

Evaluación Rápida del Riesgo

Incremento de casos y brotes de criptosporidiosis en España 2023

Resumen ejecutivo

Durante el año 2023, con más de 3.400 casos notificados hasta el 31 de octubre, se ha observado un incremento inusual de los casos de criptosporidiosis en España con respecto a años previos. Una gran proporción de los casos notificados se han vinculado a exposición a piscinas y aguas recreativas. Se han identificado también brotes relacionados con el consumo de agua de la red de abastecimiento, alguno de ellos de gran magnitud. Los estudios moleculares de las muestras analizadas indican que las infecciones detectadas han sido causadas mayoritariamente por variantes genéticas inusuales en España. Este incremento, también detectado en otros países de Europa, podría estar asociado a una combinación de factores, incluyendo las condiciones meteorológicas extremas que han tenido lugar en nuestro país durante este verano.

Los eventos meteorológicos adversos, cada vez más frecuentes, pueden aumentar el riesgo global de enfermedades por transmisión hídrica, incluyendo criptosporidiosis. El riesgo de aparición de brotes relacionados con consumo de agua de la red de abastecimiento dependerá, entre otras cosas, de la capacidad que tengan las plantas de tratamiento de agua para hacer frente a las repercusiones que puedan tener los eventos meteorológicos extremos en las zonas de captación de agua para consumo. Las áreas de abastecimiento sin estación de tratamiento de aguas de consumo, en núcleos urbanos pequeños o zonas rurales, se consideran más vulnerables, especialmente si el agua se desinfecta únicamente con derivados de cloro, ya que éste no inactiva los ooquistes de *Cryptosporidium* spp. Prevenir brotes relacionados con el baño en piscinas y aguas recreativas requiere un mantenimiento correcto y la adherencia de la población a las recomendaciones de higiene. El impacto de las infecciones por *Cryptosporidium* spp. en España se evalúa como bajo en la población general, principalmente porque produce una enfermedad autolimitada en niños y adultos sanos. Sin embargo, el impacto de la infección es alto en poblaciones vulnerables, como personas inmunocomprometidas, por su mayor probabilidad de desarrollar infecciones graves.

El incremento del riesgo de transmisión asociado a los eventos meteorológicos y la magnitud de los brotes identificados indican la necesidad de fortalecer la vigilancia de la enfermedad y de los genotipos circulantes, para conocer la situación de *Cryptosporidium* spp. en nuestro país y la repercusión de los eventos meteorológicos adversos en el correcto funcionamiento de las plantas de tratamiento de aguas de consumo. Esta acción se debe asociar al desarrollo de protocolos de vigilancia ambiental, que definan la metodología de muestreo y análisis de *Cryptosporidium* spp. en muestras ambientales y otros factores relacionados con el riesgo de esta infección.

Autores:

Centro de Coordinación de Alertas y Emergencias Sanitarias (CCAES), Ministerio de Sanidad:

Bernardo R. Guzmán Herrador, Gabriela Saravia Campelli, Rosa María García Álvarez*, María José Sierra Moros (CIBERINFEC), Fernando Simón Soria (CIBERESP).

*MIR de Medicina Preventiva y Salud Pública. Hospital Clínico Universitario de Santiago (A Coruña)

Subdirección de Sanidad Ambiental, Ministerio de Sanidad: Margarita Palau Miguel, Esperanza Guevara Alemany

Centro Nacional de Epidemiología, Instituto de Salud Carlos III: Carmen Varela Martínez (CIBERESP), Marina Peñuelas Martínez (CIBERESP), María Guerrero Vadillo (CIBERESP)

Centro Nacional de Microbiología, Instituto de Salud Carlos III: Isabel Fuentes Corripio, Begoña Bailo, Alejandro Dashti, Pamela C. Köster, David Carmena (CIBERINFEC)

Índice

Justificación de la evaluación de riesgo	3
1. Información del evento	3
1.1. Detección de la señal	3
1.2. Casos de criptosporidiosis notificados a la RENAVE en 2023.....	3
1.3. Estudio microbiológico de las muestras de casos identificados en 2023	6
1.4. Situación en Europa en 2023.....	7
2. Vigilancia de criptosporidiosis en España	7
2.3. Vigilancia de casos humanos.....	7
2.4. Vigilancia de <i>Cryptosporidium</i> en agua	8
3. Situación de criptosporidiosis en Europa y en España hasta 2022	9
4. Evaluación del riesgo para España	10
5. Acciones de salud pública	12
6. Conclusiones	12
7. Recomendaciones	13
Epidemiología y transmisión	15
Sintomatología y manifestaciones clínicas.....	15
Diagnóstico.....	15
ANEXO II. Familias genéticas de <i>Cryptosporidium</i> descritas en la literatura científica en España en el periodo 2007–2017.	17
Referencias	18

Justificación de la evaluación de riesgo

A mediados de septiembre de 2023 el Ministerio de Sanidad detectó un incremento de casos y brotes de criptosporidiosis en diferentes comunidades autónomas (CCAA) vinculados tanto a consumo de agua de redes de abastecimiento local como a uso de piscinas y aguas recreativas. El análisis de los datos de vigilancia de los casos notificados a la Red Nacional de Vigilancia Epidemiológica (RENAVE) confirmó un incremento de casos inusual con respecto a años previos que se reflejaba en la gran mayoría de las CCAA.

Esta situación planteó la necesidad de revisar la evolución de esta enfermedad a partir de los datos obtenidos en la red de vigilancia, tanto epidemiológicos como microbiológicos, y evaluar el riesgo y el impacto de infección por *Cryptosporidium* spp. en España.

1. Información del evento

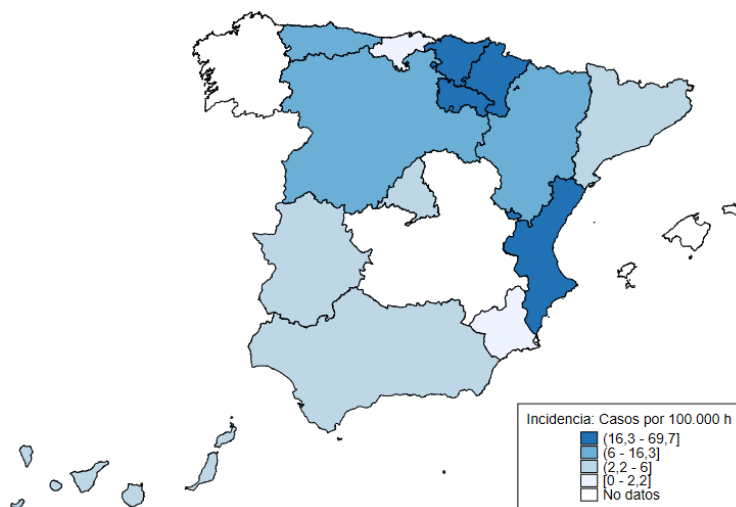
1.1. Detección de la señal

El 15 de septiembre de 2023 la Subdirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Sanidad comunicó al CCAES que en los últimos días habían sido informados a través de sus puntos de contacto regionales sobre varios brotes de criptosporidiosis en diferentes CCAA. El CCAES solicitó información a los puntos focales de las Ponencias de Alertas y Planes de Preparación y Respuesta y de Vigilancia Epidemiológica de las CCAA sobre el posible aumento de casos de criptosporidiosis en sus regiones. Se solicitó la notificación de casos individualizados y de agrupamientos de casos o brotes de particular relevancia de manera urgente a la RENAVE para valorar la situación y monitorizar su evolución.

1.2. Casos de criptosporidiosis notificados a la RENAVE en 2023

Desde el 1 de enero de 2023 y hasta el 31 de octubre, con datos extraídos el día 10 de noviembre a las 10:00h, se han notificado a través de la plataforma SIVIES, 3.462 casos de criptosporidiosis en España (de los que 11 fueron importados); comparado con una mediana de 569 casos y un máximo de 1.582 casos en 2018 en el periodo transcurrido entre 2016 y 2022, como se describe en la sección 3 de este documento. La incidencia acumulada nacional para el periodo estudiado de 2023 ha sido de 8,3 casos por cada 100.000 habitantes. La Figura 1 muestra la incidencia acumulada por CCAA.

Figura 1 Incidencia acumulada de criptosporidiosis por Comunidades Autónomas. Fuente: RENAVE/SIVIES. Casos hasta el 31 de octubre de 2023.



* Las CCAA de Galicia y Baleares no notifican los casos de criptosporidiosis a la plataforma SIVIES.

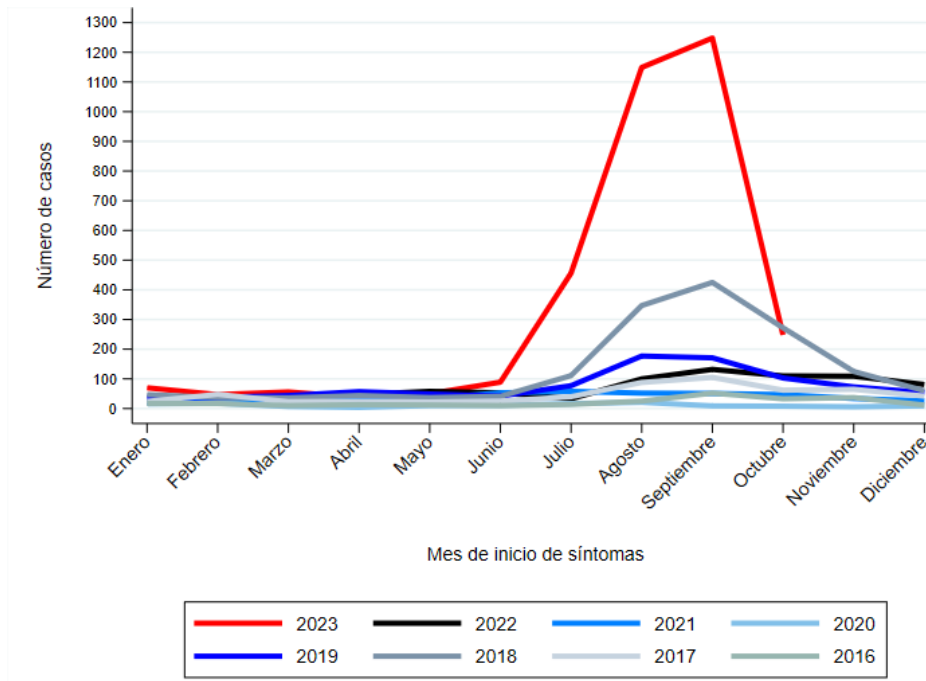
Todas las CCAA que han declarado casos muestran cifras superiores a su mediana para el periodo 2016-2022. (1–5) (Tabla 1). La mayoría de los casos notificados en 2023 se produjo en julio (456), agosto (1.149) y septiembre (1.248) (Figura 2); en octubre se han notificado 248 casos. Además de los casos notificados en SIVIES, tres CCAA, Castilla la Mancha, Islas Baleares y Galicia han comunicado casos a la RENAVE en 2023 por vías alternativas, con 7, 3 y 40 casos respectivamente sin apreciarse incrementos relevantes con respecto a años anteriores.

Tabla 1. Casos anuales de criptosporidiosis de las CCAA declarantes en 2023 a la RENAVE/SIVIES para el periodo 2016-2023. Casos hasta el 31 de octubre de 2023.

CCAA	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	mediana 16-22
Andalucía	5	6	5	21	4	8	13	188	6
Aragón	8	12	133	60	12	3	12	127	12
Asturias	7	8	29	11	1	7	13	119	8
Canarias	3	25	10	6	2	2	5	51	5
Cantabria	0	0	1	0	0	0	0	5	0
Castilla y León	8	11	34	17	13	8	13	147	13
Cataluña	15	70	190	302	9	235	259	307	190
C. Valenciana	22	75	164	75	26	30	65	1.064	65
Extremadura	9	3	26	17	2	6	2	61	6
Madrid	49	81	69	52	16	14	38	234	49
Murcia	ND	ND	ND	ND	2	3	5	19	3
Navarra	40	57	162	71	21	27	78	461	57
País Vasco	75	207	668	262	ND	91	290	462	235
La Rioja	8	9	90	28	28	23	20	200	23
Ceuta	2	1	1	0	0	0	0	6	0
Total	251	565	1.582	922	136	457	813	3.451	569

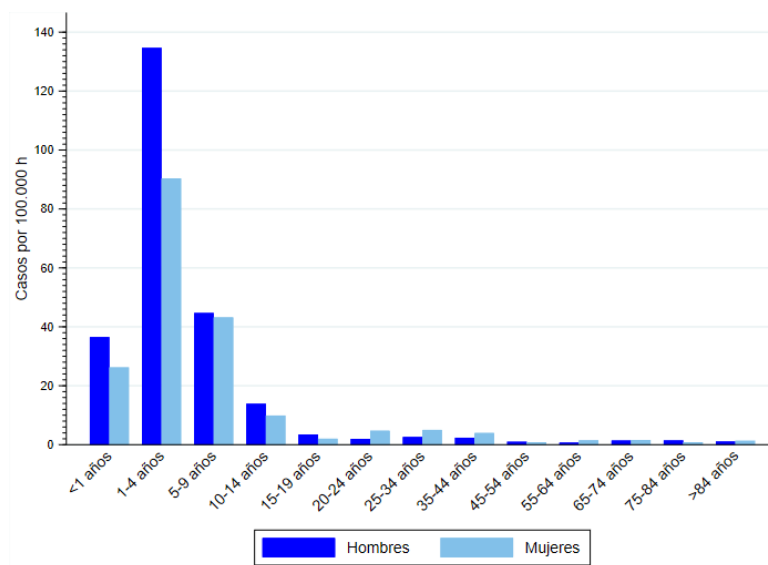
Se excluyen casos importados y residentes en extranjero. Las CCAA de Galicia y Baleares no notifican los casos de criptosporidiosis a nivel central; ND: no declaración

Figura 2 Distribución mensual de casos de criptosporidiosis . Fuente: RENAVE/SIVIES. Casos hasta el 31 de octubre de 2023.



Las incidencias acumuladas más altas se registran en menores de entre 1 y 4 años para ambos sexos (Figura 3), más de 130 y de 85 casos por 100.000 habitantes para niños y niñas respectivamente, reduciéndose a menos de 5 casos por 100.000 habitantes a partir de los 14 años para ambos sexos. Hasta la fecha se han declarado 144 hospitalizaciones (7,03% del total de casos con información) y ninguna defunción.

Figura 3 Incidencia acumulada de criptosporidiosis en 2023 por grupos de edad y sexo. Fuente: RENAVE/SIVIES. Casos hasta el 31 de octubre de 2023



Además de los casos individualizados, las CCAA han compartido información con la RENAVE sobre brotes o agrupaciones de casos de criptosporidiosis. La gran mayoría se han vinculado a exposición a aguas de piscina de baño. Tres CCAA han comunicado brotes donde la hipótesis causal era el consumo de agua de la red abastecimiento, dos de ellos (Andalucía con 11 afectados y Aragón, con más de 500 afectados), con un nivel de evidencia elevado.

1.3. Estudio microbiológico de las muestras de casos identificados en 2023

El laboratorio de Referencia e Investigación en Parasitología (LRIP) del Centro Nacional de Microbiología (CNM) recibe muestras clínicas enviadas con carácter voluntario desde las CCAA para diagnóstico, caracterización y genotipado en el contexto de brotes o alertas. Por ello la información molecular extraída de las muestras analizadas, siendo de gran interés, no tiene una representación geográfica o temporal y se debe valorar con precaución.

El LRIP del CNM observó una disminución importante del número de determinaciones realizadas durante los años 2020, 2021 y 2022 coincidiendo con el periodo de pandemia de COVID-19, pero durante el año 2023 se ha producido un aumento inusual de las solicitudes recibidas, siendo las muestras analizadas muy superiores a las de años anteriores a la pandemia. El aumento de número de casos estudiado también fue observado en distintos hospitales de diferentes CCAA.

El LRIP del CNM en el periodo de septiembre-octubre de 2023 realizó el estudio de siete brotes o agrupaciones de casos de criptosporidiosis de cinco CCAA diferentes. *Cryptosporidium hominis* fue aislado en el 96,7% de los casos (56/58) y *C. parvum* en el 3,4% (2/58). No se identificaron otras especies de *Cryptosporidium* spp. El 62,1% de los casos clínicos de criptosporidiosis fueron causados por la familia If de *C. hominis*. Esta frecuencia es previsible que sea aún mayor cuando finalicen los estudios de genotipado aún en curso. En la

Tabla 2 se muestran las frecuencias y diversidades de especies y familias genotípicas de *Cryptosporidium* spp. investigados en septiembre-octubre de 2023.

Tabla 2 Diversidad y frecuencia de familias genéticas de *C. hominis* (Ia-If) y *C. parvum* (IIa-IIc) en muestras clínicas procedentes de brotes de criptosporidiosis analizadas en el Laboratorio de Referencia e Investigación del Centro Nacional de Microbiología en septiembre-octubre de 2023.

Brote o acúmulo de casos	<i>C. hominis</i>					<i>C. parvum</i>			Total
	NA	Ia	Ib	Id	If	NA	IIa	IIc	
A	2	1	1	2	12	1	1	0	20
B	0	0	0	1	3	0	0	0	4
C	10	1	1	1	9	0	0	0	22
D	0	0	0	0	2	0	0	0	2
E	0	0	0	0	3	0	0	0	3
F	0	0	0	0	2	0	0	0	2
G	0	0	0	0	5	0	0	0	5
Total (n)	12	2	2	4	36	1	1	0	58
Frecuencia (%)	20,7	3,4	3,4	6,9	<u>62,1</u>	1,7	1,7	0,0	100

Nota: resultados preliminares. Estudio todavía en curso.

La especie antrópica *C. hominis* está presente en todos los brotes actualmente investigados, sugiriendo que el origen de las infecciones es humano. En brotes con más de 10 muestras investigadas hasta el momento se identifican 4 familias genotípicas y en algunos casos hasta 2 especies distintas, sugiriendo diferentes fuentes de infección. La especie zoonótica *C. parvum* es muy minoritaria y solo se ha identificado en una CCAA. La variante IfA12G1R5 (familia If) causa como mínimo el 62% de las infecciones en los brotes estudiados, independientemente del origen geográfico. Se trata de una variante extremadamente rara que anteriormente solo había sido identificada en <1% de las muestras analizadas en estudios previos, incluyendo las series históricas del LRIP del CNM. En los análisis preliminares, no se ha identificado ninguna muestra como *C. hominis* IbA10G2 (familia Ib), la variante genética predominante en España hasta la fecha. Existe evidencia de que durante la pandemia de COVID-19 se interrumpió la transmisión de *C. hominis* en Inglaterra y Gales (6,7) y en Nueva Zelanda (8). La presencia de genotipos infrecuentes incluyendo IfA12G1R5 también están siendo descritos actualmente en Reino Unido (9). La ausencia casi total de *C. parvum* y de otras especies zoonóticas de *Cryptosporidium* spp. descarta prácticamente la posibilidad de que las fuentes de infección sean de origen animal en los brotes estudiados por el LRIP.

1.4. Situación en Europa en 2023

En octubre de 2023 el Centro Europeo de Prevención y Control de Enfermedades (ECDC) informó de un aumento de los casos de criptosporidiosis en Irlanda, Luxemburgo, los Países Bajos y el Reino Unido desde finales de agosto y particularmente en septiembre de 2023 (10). El ECDC apunta como posibles causas a una combinación de factores relacionados con viajes y condiciones climáticas extremas (olas de calor, fuertes lluvias e inundaciones). En una reciente publicación Reino Unido vincula el exceso con el baño en piscinas y otras aguas recreativas ya sea en el Reino Unido o en el extranjero y los viajes al extranjero a una variedad de destinos. Sin embargo, no se pueden excluir que otras fuentes, como por ejemplo alimentos contaminados, hayan contribuido al exceso observado (9).

Irlanda y Reino Unido han comunicado al CCAES un aumento de casos con antecedente de estancia en España durante el verano principalmente vinculados a resorts, hoteles y campings en el área del Mediterráneo. Dicha información ha sido compartida con los responsables de salud pública de las CCAA implicadas que han llevado a cabo las inspecciones y medidas pertinentes (10).

2. Vigilancia de criptosporidiosis en España

2.3. Vigilancia de casos humanos

La criptosporidiosis es una enfermedad de declaración obligatoria en España desde 2015, Orden Ministerial SSI/445/2015, del 9 de marzo que modifica el Real Decreto 2210/1995, de 28 de diciembre, por el que se crea la Red Nacional de Vigilancia Epidemiológica. Las CCAA notifican de forma individualizada los casos confirmados por laboratorio al Centro Nacional de

Epidemiología (CNE), así como los brotes una vez concluida su investigación. Ante brotes supracomunitarios la notificación, desde la CCAA, es urgente al CNE y al CCAES que, en caso de ser necesario, lo notifica al Sistema de Alerta y Respuesta Rápida de Unión Europea (EWRS) y a la Organización Mundial de la Salud (OMS) de acuerdo con el Reglamento Sanitario Internacional (2005).

El diagnóstico se realiza de forma habitual en los laboratorios de microbiología de los centros sanitarios y hospitales del Sistema Nacional de Salud. Como se ha explicado anteriormente el CNM recibe muestras clínicas enviadas con carácter voluntario para diagnóstico, caracterización y genotipado en el contexto de brotes o alertas. Al no tener una representación geográfica o temporal, la información molecular extraída se debe valorar con precaución. En los últimos años ha habido una mejora importante de la capacidad de diagnóstico en los laboratorios locales, ya que al diagnóstico clásico por microscopía se han incorporado técnicas sensibles y específicas como inmunocromatografía rápida (ICT) y en algunos laboratorios técnicas moleculares basadas en plataformas de PCR en tiempo real multiplex, en ocasiones de diagnóstico sindrómico.

2.4. Vigilancia de *Cryptosporidium* en agua

Las formas de resistencia y transmisión (ooquistes) de *Cryptosporidium* spp. se puede encontrar en agua superficial, agua subterránea, agua de consumo y en agua de piscinas. En España, este parásito no se vigila de manera sistemática en agua superficial o subterránea a no ser que los responsables de salud pública soliciten tomas de muestras específicas en el contexto de la investigación ambiental de un brote. En el *Real Decreto 742/2013, de 27 de septiembre, por el que se establecen los criterios técnico-sanitarios de las piscinas*, no se establece explícitamente el control de *Cryptosporidium* spp., pero se señala que el agua de la piscina deberá estar libre de organismos patógenos y de sustancias en una cantidad o concentración que pueda suponer un riesgo para la salud humana. La determinación de la presencia de este parásito sólo se realiza en caso de brote según indiquen los responsables de Salud Pública

En el *Real Decreto 3/2023, de 10 de enero, por el que se establecen los criterios técnico-sanitarios de la calidad del agua de consumo, su control y suministro*, en su artículo 5 señala que el agua de consumo debe estar libre de microorganismo, parásito o sustancia, en una cantidad o concentración que pueda suponer un riesgo para la salud humana. Aun señalando esto en la normativa, *Cryptosporidium* spp. no es un microorganismo de control rutinario en agua de consumo, debido a la dificultad del muestreo y analítica. Normalmente se monitorizan otros microorganismos como posibles indicadores de la presencia de terceros patógenos. Este es el caso de *Cryptosporidium* spp; en el Anexo I de dicho Real Decreto viene recogido que cuando la determinación de *Clostridium perfringens*, incluidas esporas, sea positiva y exista una turbidez mayor a 4 UNF¹ se determinará, en la salida de una Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP) o depósito de cabecera, *Cryptosporidium* spp. u otros microorganismos según indiquen

¹ unidad nefelométrica de turbidez

los responsables de salud pública. La presencia de *C. perfringens* se considera una señal de falta de limpieza en las instalaciones de la planta de tratamiento de potabilización o ETAP.

3. Situación de criptosporidiosis en Europa y en España hasta 2022

Los sistemas de vigilancia de criptosporidiosis en los diferentes países de Europa no son homogéneos por lo que es difícil estimar el número de casos y las tendencias temporales de esta infección en la región a lo largo de los últimos años. Según el último informe anual publicado por el ECDC, con datos del 2018 (11), la tasa de casos notificados de criptosporidiosis fue ligeramente superior a la de los años 2014-2017. En 2018 existió un incremento de los casos de criptosporidiosis respecto al 2017 donde, de los 26 países de la UE/EEE que aportaron información, 20 notificaron 14.299 casos de criptosporidiosis. Alemania, Países Bajos, España y el Reino Unido representaron el 76% de los casos. La tasa de notificación más elevada se observó en el grupo de edad de 0 a 4 años. En 2018 continuó el mismo patrón estacional que en años anteriores observándose dos picos, a principios de la primavera y a finales del verano-principios del otoño. Suecia registró en 2010-2011 los dos brotes más numerosos notificados en Europa hasta la fecha con alrededor de 47.000 personas afectadas por contaminación de agua potable. En 2021 se identificaron dos brotes causados por este parásito en la Unión Europea (12,13).

En España, desde el año 2016 y hasta el año 2022 inclusive, se notificaron a la RENAVE un total de 4.739 casos confirmados, si bien el número real de infecciones es probablemente mayor debido a una infra detección de casos asintomáticos o leves, así como probablemente a una infranotificación de las detecciones en alguna CCAA. La mediana anual fue de 569 casos, el mínimo de casos notificados fue de 137 en 2020 y el máximo de 1.582 casos en 2018 (incidencias acumuladas de 0,33 y 3,82 casos por cada 100.000 habitantes y respectivamente). El colectivo más afectado fueron los menores de 5 años, especialmente varones, todos los años, reduciéndose mucho la incidencia a partir de los 15 años. Se identificaron más casos en hombres que en mujeres, excepto entre los años 2020 y 2022, en los que las incidencias fueron muy similares para ambos. Habitualmente esta enfermedad muestra estacionalidad estival, concentrando la mayoría de los casos en los meses más cálidos del año.

En estos años se notificaron 25 brotes (mediana anual de 3 brotes, con un mínimo de 0 brotes en 2020 y máximo 7 brotes en 2017). El 36% de los brotes afectaron a 2 personas y se circunscribían al ámbito del hogar. Tres de los brotes afectaron a más de 4 personas, con un máximo de 13 casos en un brote en 2018 vinculado a transmisión hídrica. Después del hogar, los ámbitos en los que se producen brotes con más frecuencia son las piscinas, hoteles, escuelas y guarderías infantiles. La mayoría de los brotes ocurrieron entre los meses de agosto y octubre, siendo septiembre el mes con mayor notificación de brotes (7 brotes entre 2016 y 2022). En 2022 se notificó un brote nosocomial que afectó a un neonato y un preescolar que compartieron área de hospitalización.

Según los resultados descritos en la literatura científica de los estudios microbiológicos moleculares más relevantes realizados en España en el periodo 2007–2017 (ver Anexo II), la gran

mayoría de los casos de criptosporidiosis humana en España eran causados por la familia Ib de *C. hominis* (69,2%) y por la familia IIa de *C. parvum* (21,0%). De forma general, *C. hominis* (75%) es más frecuente que *C. parvum* (25%), aunque estos porcentajes varían local o regionalmente en función de las fuentes de infección y las vías de transmisión del parásito. En otros países europeos *C. parvum* es más frecuente que *C. hominis*. Es el caso de Reino Unido (55% vs. 45%) (14) y Francia (72% vs. 24%) (15).

Según los principales resultados históricos de los análisis realizados a partir de muestras clínicas recibidas en el LRIP del CNM en el periodo 2015–2020. *Cryptosporidium hominis* (81,5%, 233/286) era más prevalente que *C. parvum* (16,8%, 48/286), *C. meleagridis* (1,4%, 4/286) y *C. cuniculus* (0,3%, 1/286). La gran mayoría de los casos clínicos de criptosporidiosis eran causados por la familia Ib de *C. hominis* (67,1%) y por la familia IIa de *C. parvum* (9,1%). Es de destacar que *C. hominis* Ib fue la variante genética más frecuentemente reportada en brotes previos de transmisión hídrica en España (16) y en Reino Unido (14).

4. Evaluación del riesgo para España

En 2023 en España, al igual que en otros países de Europa, se ha identificado un aumento de los casos de criptosporidiosis con respecto a los notificados en los años previos. En España este aumento se ha dado sobre todo en los meses entre julio y septiembre de 2023. En los casos individualizados, comunicados a través de la RENAVE, no consta información sobre exposiciones de riesgo. Sin embargo, la información *ad hoc* facilitada por las CCAA revela dos perfiles: una gran proporción de los casos están relacionados con el baño en piscinas y aguas recreativas; por otro lado, se han identificado brotes, alguno de gran magnitud, relacionados con consumo de agua de la red de abastecimiento. Esto podría deberse a una combinación de factores relacionados con condiciones climáticas extremas, como olas de calor, fuertes lluvias e inundaciones, que han tenido lugar en nuestro país durante este verano, aunque tampoco se puede descartar la posibilidad de transmisión debido a alimentos contaminados. La mejora importante de la capacidad de diagnóstico en los laboratorios locales en los últimos años es otro factor a tener en cuenta y que puede estar influyendo en el incremento de detección de casos. Para discernir la importancia de este último factor es necesario realizar un análisis de la evolución de la capacidad de diagnóstico. No obstante, esto último por sí mismo no explica el inusual acúmulo de casos de la enfermedad registrado en julio-septiembre de 2023.

Las condiciones meteorológicas podrían haber afectado a ciertas plantas de tratamiento de agua de consumo, que podrían ver comprometido su funcionamiento óptimo por la turbidez elevada de las aguas tras eventos meteorológicos adversos. Además, el calor extremo ha podido propiciar también un mayor uso tanto de piscinas como aguas recreativas y, por tanto, una mayor aglomeración en dichas instalaciones. En los próximos meses de otoño e invierno se espera que el número de infecciones disminuya debido a las condiciones climáticas y a la disminución de uso por parte de la población de piscinas y aguas recreativas. Sin embargo, se debe hacer un seguimiento muy estrecho de la situación en vistas a la próxima temporada de primavera y verano dado que las tendencias actuales de olas de calor, lluvias extremas y otros

eventos meteorológicos adversos pueden aumentar el riesgo global de enfermedades por transmisión hídrica (17,18), incluyendo criptosporidiosis.

La presencia de *Cryptosporidium* spp. en el agua de consumo puede ocurrir por diferentes causas: por arrastre al recurso hídrico de ooquistes que están en el campo debido a la lluvia desde zonas ganaderas o agrícolas o por vertido directo de excrementos al recurso hídrico en aguas arriba de una zona de captación. Una vez que el agua llega a la planta de tratamiento (ETAP), uno de los posibles motivos de la presencia de ooquistes en el agua de consumo a la salida de la misma es la recirculación repetida del agua de lavado de los filtros a la cabecera de la ETAP. Esta situación hace que se acumulen cantidades crecientes de ooquistes en los filtros de arena, llegando a colmatarlos y convirtiéndolos en emisores de *Cryptosporidium* spp. en vez de una barrera de contención de los mismos. El riesgo de aparición de brotes a nivel local relacionados con consumo de agua de la red de abastecimiento estará influenciado por la capacidad que tengan las plantas de tratamiento de agua para hacer frente a eventos meteorológicos extremos y su mantenimiento en estas condiciones inusuales. A pesar de que el agua de consumo de la red de abastecimiento en España es de una alta calidad, determinar el papel de la meteorología en las infecciones de transmisión hídrica y la resiliencia de las plantas de tratamiento es una cuestión prioritaria de investigación en salud pública, ya que se prevé que el cambio climático aumente la frecuencia de eventos extremos relacionados con precipitaciones, sequía y temperatura. En general el tratamiento de elección para inactivar los ooquistes de *Cryptosporidium* spp. en agua de consumo es la ozonización, aunque también puede ser útil la radiación ultravioleta. El riesgo de las áreas de abastecimiento sin ETAP, normalmente en núcleos urbanos más pequeños o zonas rurales, se considera mayor, especialmente si el tratamiento del agua es únicamente con derivados de cloro ya que éste no elimina los ooquistes de *Cryptosporidium*.

La presencia de *Cryptosporidium* spp. en agua de las piscinas, usualmente ocurre por la contaminación fecal inadvertida de bañistas portadores de este patógeno. Para prevenir brotes relacionados con el baño en piscinas y aguas recreativas se debe garantizar su correcto mantenimiento, así como la adherencia de los usuarios a las recomendaciones de higiene antes del disfrute de las instalaciones. La transmisión directa persona-persona también es posible, sobre todo en el caso de niños pequeños. También hay que tener en cuenta el contagio a través de la manipulación de alimentos por enfermos o portadores que no practican las debidas medidas higiénicas.

La magnitud de los brotes, bien vinculados a agua de consumo o a baño en piscinas o aguas recreativas, estará muy relacionada con la rapidez con la que se detecte dicho brote, se identifique la fuente de infección, sus factores contribuyentes y se implanten medidas correctoras. Conviene recordar que los ooquistes de *Cryptosporidium* spp. suelen ser resistentes a los desinfectantes más comunes (como el cloro) y que su dosis infectiva es muy baja por lo que la ingestión de aproximadamente 10 a 30 ooquistes causa infección (19,20). Así pues, el riesgo de infección de una población o grupo de personas expuestas a agua de consumo o aguas recreativas contaminadas por *Cryptosporidium* spp. oscilará entre moderado y alto mientras no se implanten las medidas correctas de control. El riesgo será muy bajo una vez se implanten dichas medidas, aunque jugará un papel clave la adherencia de la población en las recomendaciones específicas para cada brote. Por otro lado, el impacto de tales infecciones se

evalúa como bajo en la población general ya que en nuestro medio habitualmente la criptosporidiosis produce una enfermedad autolimitada en niños y adultos sanos. Sin embargo, el impacto de la infección es alto en poblaciones vulnerables como personas inmunocomprometidas por su probabilidad de desarrollar infecciones más graves.

5. Acciones de salud pública

El CCAES y el CNE realizan el seguimiento de los casos de criptosporidiosis notificados por las CCAA para poder monitorizar la situación y llevar a cabo una correcta valoración del riesgo para la población y mantienen un contacto regular con el ECDC para conocer la situación en el resto de los países de nuestro entorno. El CNM está llevando a cabo el análisis y genotipado de las muestras enviadas para hacer un seguimiento de las variantes genéticas circulantes en nuestro país y poder detectar variantes con impacto potencial en salud pública. Desde la Subdirección de Sanidad Ambiental del Ministerio de Sanidad se ha solicitado a las CCAA que notifiquen en el Sistema Nacional de Agua de Consumo (SINAC) cualquier resultado de presencia de *Cryptosporidium* spp. en agua de consumo o en agua de captación. Además, desde la misma Subdirección se han establecido grupos de trabajo con representantes de las CCAA con el objetivo de elaborar un protocolo de actuación en vigilancia ambiental coordinado a nivel nacional que incluya indicaciones sobre a) la metodología de muestreo y análisis de *Cryptosporidium* spp. en muestras ambientales, particularmente en agua destinada al consumo humano; b) la identificación de *Cryptosporidium* spp. en abastecimientos con y sin ETAP y en piscinas; c) la vigilancia ambiental de *Cryptosporidium* spp. y d) metodología sobre la evaluación del riesgo cuantitativa de *Cryptosporidium* spp en agua de consumo.

6. Conclusiones

Durante el año 2023 se ha identificado un incremento sustancial de los casos de criptosporidiosis con respecto a las cifras observadas en los años previos en España. Una gran proporción de estos casos están relacionados con exposición a piscinas y aguas recreativas. Además, se han identificado brotes vinculados a consumo de agua de la red de abastecimiento. Los estudios de epidemiología molecular indican que una parte importante de las infecciones detectadas son causadas por variantes genéticas inusuales en España, sugiriendo el reemplazo de las variantes circulantes en años previos. Otros países de Europa también han comunicado incrementos de casos y algunas publicaciones también apuntan a un cambio de las variantes circulantes. Este incremento observado podría deberse a una combinación de factores relacionados con condiciones climáticas extremas, pero no se puede descartar que una parte del incremento se deba a la mayor capacidad de diagnóstico del sistema sanitario. Las tendencias actuales de eventos meteorológicos adversos pueden aumentar el riesgo global de enfermedades por transmisión hídrica en nuestro país, incluyendo la criptosporidiosis. El riesgo de aparición de brotes a nivel local relacionados con consumo de agua de la red de abastecimiento dependerá de la capacidad que tengan las plantas de tratamiento de agua para hacer frente a las

repercusiones que puedan tener los eventos meteorológicos extremos en el agua de la zona de captación y en los procesos de tratamiento.

En el contexto actual, se considera necesario fortalecer la vigilancia de la criptosporidiosis, incluyendo de los análisis microbiológicos que permitan conocer los genotipos circulantes en nuestro país y de la calidad de las aguas de consumo para valorar el impacto de los eventos meteorológicos adversos en el correcto funcionamiento de las plantas de tratamiento de aguas. Para ello, es necesario establecer protocolos de vigilancia ambiental, que definan la metodología de muestreo y análisis de *Cryptosporidium* spp. en muestras ambientales y los aspectos relacionados con la identificación de esta infección. Para prevenir brotes relacionados con el baño en piscinas y aguas recreativas requiere garantizar su correcto mantenimiento, así como la adherencia de la población a las recomendaciones de higiene.

7. Recomendaciones

- Se debe intensificar la vigilancia de *Cryptosporidium* spp. en nuestro país. La notificación a la RENAVE debe ser oportuna y se debe reforzar la notificación de los brotes con una óptima cumplimentación de la información relativa a la investigación epidemiológica, ambiental y microbiológica.
- En el contexto de estudio de brotes se debe llevar a cabo un estudio epidemiológico completo para determinar la magnitud del brote, la fuente de infección, los factores contribuyentes y así poder determinar las medidas correctoras oportunas. Se debe promover la recogida y análisis de muestras de pacientes y ambientales para poder tener mayor evidencia del origen de los brotes, así como de la diversidad y frecuencia de las especies y genotipos circulantes en nuestro país. El Laboratorio de Referencia e Investigación en Parasitología del Centro Nacional de Microbiología puede asistir a los organismos competentes en la caracterización molecular de aislados de origen humano, ambiental y animal.
- Se deben establecer protocolos de vigilancia ambiental, que definan la metodología y los aspectos relacionados con la identificación de *Cryptosporidium* spp. Se debe llevar a cabo, una evaluación del riesgo hídrico en todos los abastecimientos, según señala la normativa vigente, para valorar si es necesario instaurar medidas correctoras o preventivas en el tratamiento del agua de consumo ante contaminantes emergentes; así como en lo que se refiere al correcto mantenimiento del agua de las piscinas.
- Es responsabilidad de las autoridades locales, según el RD 3/2023, la elaboración de Planes Sanitarios del Agua (PSA) en las zonas de abastecimiento de titularidad y gestión municipal. El Ministerio de Sanidad ha elaborado junto a la Asociación Española de Abastecimiento y Saneamiento, una herramienta denominada GEPSA (gestor de PSA), para facilitar la confección de un PSA. Desde marzo de 2023 está disponible para los operadores de infraestructuras de las zonas de abastecimiento una guía práctica para la elaboración de un PSA en una zona de abastecimiento (21).

- Se deben promover estudios de investigación que combine datos epidemiológicos, microbiológicos y meteorológicos para analizar asociaciones entre precipitaciones o temperaturas extremas e infecciones de transmisión hídrica y poder establecer modelos que favorezcan la prevención. Dichos estudios deben explorar los posibles modificadores del efecto, como el tipo específico de microorganismo, la región geográfica, la estación del año, el tipo de suministro de agua, o el tratamiento del agua, para evaluar cómo se modula la relación entre efectos meteorológicos adversos y las infecciones de transmisión hídrica con el objetivo de identificar áreas donde es necesario actuar para minimizar el impacto negativo del cambio climático en la salud en el futuro.
- Se debe promover la participación comunitaria, para adaptar las medidas de prevención de la infección a las diferentes realidades sociales poniendo a disposición de la población información sobre cómo minimizar el riesgo de contraer criptosporidiosis, incluyendo la mejora de hábitos higiénicos personales. En particular, esta información debe ponerse a disposición de las familias con niños pequeños, especialmente aquellos que visitan piscinas públicas u otros sitios de recreación acuática, zoológicos o granjas, así como a participantes en eventos deportivos masivos que impliquen natación al aire libre.
- En general una persona con diarrea no debe visitar zonas de recreación acuática y extremar las medidas de higiene personal hasta 48 horas después de la desaparición de la diarrea. En casos de criptosporidiosis, debido a que los ooquistes pueden excretarse una vez finalizada la diarrea, se recomienda que los casos eviten bañarse en piscinas durante las dos semanas siguientes al cese de los síntomas. Se debe considerar la exclusión del trabajo, colegio y otros ámbitos colectivos a los casos de criptosporidiosis hasta 48 horas después de la desaparición de la diarrea, especialmente los manipuladores de alimentos o las personas que cuidan a personas vulnerables y extremar el lavado de manos (22).

Anexo I. Información sobre la enfermedad

Epidemiología y transmisión

La criptosporidiosis es una enfermedad gastrointestinal de distribución mundial causada por un protozoo del género *Cryptosporidium*. El género *Cryptosporidium* incluye 45 especies, de las cuales 19 han sido descritas en humanos. Los genotipos que causan la mayoría de las infecciones en humanos son el "genotipo humano", conocido como *C. hominis*, para el que el principal reservorio son los humanos y cuya transmisión suele producirse a través de la contaminación hídrica o directamente por contacto con la persona enferma; y el "genotipo bovino", para el que se mantiene la denominación de especie *C. parvum*, cuyos ooquistes suelen encontrarse en el intestino del ganado bovino.

El mecanismo de transmisión es fecal-oral, incluyendo la transmisión de persona a persona, de un animal a una persona y la transmisión de origen hídrico y alimentario. La infección se adquiere por la ingestión de ooquistes de *Cryptosporidium* y la dosis infectiva es baja, la ingestión de 10 a 30 ooquistes puede producir infección en personas sanas. Se han descrito brotes asociados a la contaminación fecal de agua de consumo y recreativas (como piscinas) debido a que los ooquistes resisten la cloración empleada de forma habitual en la potabilización de agua; y también al consumo de bebidas no tratadas como leche cruda entre otras.

Sintomatología y manifestaciones clínicas

El cuadro clínico se caracteriza por una diarrea acuosa que puede acompañarse de calambres abdominales, pérdida de apetito, febrícula, náuseas, vómitos y pérdida de peso, aunque la infección asintomática es muy habitual. También puede causar una infección oportunista, más grave, crónica o incluso fatal (22), en pacientes inmunodeprimidos o con infección por el virus de la inmunodeficiencia humana (VIH), aunque la incidencia de esta infección entre estos pacientes ha disminuido considerablemente desde la introducción del tratamiento antirretroviral de alta eficacia.

Aunque no se conoce con exactitud el periodo de incubación, este se sitúa probablemente entre 1 y 12 días, con un promedio de 7 días. El periodo de transmisibilidad depende de la excreción de los ooquistes, que constituyen las formas infectantes. Los ooquistes aparecen en heces desde el comienzo de los síntomas y son infectivos inmediatamente después de ser excretados. Se excretan en las heces hasta varias semanas después de desaparecer las manifestaciones clínicas, que suelen prolongarse entre 2 y 10 días (media de 7 días) (22).

La rehidratación es el principio básico del tratamiento. Si fuera necesario, también se puede recurrir a tratamiento antiparasitario (23).

Diagnóstico

La criptosporidiosis humana se diagnostica principalmente mediante la detección del parásito en heces y otras muestras clínicas por métodos de microscopía convencional tras tinción (Método de Kinyoun), métodos inmunológicos como la detección de ooquistes mediante anticuerpos monoclonales e inmunofluorescencia (IFD), o antígenos del parásito por enzoinmunoanálisis (ELISA) y test rápidos por inmunocromatografía (ICT) y métodos moleculares (PCR). La microscopía, ELISA e ICT no diferencian la especie genotipo de

Cryptosporidium. Estos métodos difieren en su sensibilidad y especificidad y su elección obedece a criterios de disponibilidad, rendimiento diagnóstico y coste-beneficio (24).

Como centro de referencia, el CNM lleva a cabo los siguientes procedimientos:

- Detección: inmunofluorescencia directa (IFD) y/o PCR (marcador *ssu* rRNA). Ambas técnicas son consideradas el estándar para la detección del patógeno por su elevada sensibilidad diagnóstica. La *ssu*-PCR, conjugada con secuenciación Sanger, permite determinar la especie del parásito.
- Genotipado: En muestras positivas por IFD o *ssu*-PCR se realizan PCRs específicas (marcador *gp60*) para conocer la familia y genotipo del parásito. La *gp60*-PCR, conjugada con secuenciación Sanger, permite determinar la familia y genotipo del parásito.

La detección de *Cryptosporidium* spp. en animales (domésticos, de compañía y salvajes) se basa en los mismos procedimientos (muestras biológicas y técnicas) usados en humanos, aunque en algunos casos requieren adaptaciones específicas.

Para la detección de *Cryptosporidium* spp. en muestras ambientales (agua) se requieren procedimientos específicos (25) basados en métodos validados como el Método 1623 de la USEPA de EE. UU, o la norma ISO 15553 (26) europea (27).

ANEXO II. Familias genéticas de *Cryptosporidium* descritas en la literatura científica en España en el periodo 2007–2017.

La siguiente tabla muestra un resumen de Diversidad y frecuencia de familias genéticas de *C. hominis* (Ia-I_f) y *C. parvum* (IIa-II_n) descritas en la literatura científica publicada en España en el periodo 2007–2017.

Región	<i>C. hominis</i>						<i>C. parvum</i>					Ref.
	Ia	Ib	Ic	Id	Ie	If	IIa	IIb	IIc	IId	II _n	
Barcelona	0	54	0	1	2	3	6	0	0	1	0	(28)
Galicia	3	289	0	26	3	0	146	0	0	3	14	(29)
La Rioja	0	59	0	0	0	0	6	0	0	2	0	(30)
Madrid	0	85	0	0	4	0	7	0	1	4	0	(31)
Zaragoza	6	41	0	0	0	0	3	0	0	0	0	(32)
	6	35	0	0	0	0	3	0	0	0	0	(33)
Total (n)	15	563	0	27	9	3	171	0	1	10	14	813
Frecuencia (%)	1,8	69,2	0,0	3,3	1,1	0,4	21,0	0,0	0,1	1,2	1,7	100

Referencias

1. Resultados de la Vigilancia Epidemiológica de las enfermedades transmisibles. Informe anual. Año 2016 - N.I.P.O. e-pub: 062-17-0287. 2016;
2. Resultados de la Vigilancia Epidemiológica de las enfermedades transmisibles. Informe anual. Años 2017-2018 - N.I.P.O. e-pub: 834-20-012-5.
3. Informe epidemiológico sobre la situación de la criptosporidiosis en España. Años 2019 y 2020. Centro Nacional de Epidemiología. Instituto de Salud Carlos III.
4. Informe epidemiológico sobre la situación de la criptosporidiosis en España. Año 2021. Centro Nacional de Epidemiología. Instituto de Salud Carlos III.
5. Informe epidemiológico sobre la situación de la criptosporidiosis en España. Año 2022. Centro Nacional de Epidemiología. Instituto de Salud Carlos III.
6. Love NK, Elliot AJ, Chalmers RM, Douglas A, Gharbia S, McCormick J, Hughes H, Morbey R, Oliver I, Vivancos R, Smith G. Impact of the COVID-19 pandemic on gastrointestinal infection trends in England, February-July 2020. *BMJ Open*. 2022;12:e050469. doi: 10.1136/bmjopen-2021-050469. *BMJ Open*. 21 de febrero de 2022;12(3):e050469.
7. Adamson JP, Chalmers RM, Thomas DR, Elwin K, Robinson G, Barrasa A. Impact of the COVID-19 restrictions on the epidemiology of *Cryptosporidium* spp. in England and Wales, 2015-2021: a time series analysis. *J Med Microbiol*. 2023;72. doi: 10.1099/jmm.0.001693. *J Med Microbiol* [Internet]. 7 de junio de 2023 [citado 25 de octubre de 2023];72(6). Disponible en: <https://www.microbiologyresearch.org/content/journal/jmm/10.1099/jmm.0.001693>
8. Knox MA, Garcia-R JC, Ogbuigwe P, Pita A, Velathanthiri N, Hayman DTS. Absence of *Cryptosporidium hominis* and dominance of zoonotic *Cryptosporidium* species in patients after Covid-19 restrictions in Auckland, New Zealand. *Parasitology*. 2021;148:1288–1292. doi: 10.1017/S0031182021000974. *Parasitology*. 148(11):1288-92.
9. Peake Lewis, Inns Thomas, Jarvis Christopher, King Grace, Rabie Hussein, Henderson Joan, Wensley Adrian, Jarratt Reece, Roberts Christopher, Williams Christopher, Orife Oghogho, Browning Lynda, Neilson Matthew, McCarthy Caitlin, Millar Paul, Love Nicola, Elwin Kristin, Robinson Guy, Mannes Trish, Young Nick, Chalmers Rachel, Elson Richard, Vivancos Roberto. Preliminary investigation of a significant national *Cryptosporidium* exceedance in the United Kingdom, August 2023 and ongoing. *Euro Surveill*. 2023;28(43):pii=2300538. <https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2023.28.43.2300538>.
10. Communicable Disease Threats Report. Weekly Bulletin. Week 42, 15 - 21 October 2023. European Centre for Disease Prevention and Control, Solna, Sweden.
11. European Centre for Disease Prevention and Control. Cryptosporidiosis. In: ECDC. Annual epidemiological report for 2018. Stockholm: ECDC; 2021. Stockholm, October 2021.
12. Rehn M. Wallensten A. Widerström M. Lilja M. Grunewald M. Stenmark S. et al. Post-infection symptoms following two large waterborne outbreaks of *Cryptosporidium hominis* in

- Northern Sweden, 2010-2011. BMC Public Health. 2015; 15: 529. BMC Public Health. 4 de junio de 2015;15(1):529.
13. The European Union One Health 2021 Zoonoses Report [Internet]. 2022 [citado 8 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/european-union-one-health-2021-zoonoses-report>
 14. Chalmers RM, Robinson G, Elwin K, Elson R. Analysis of the *Cryptosporidium* spp. and *gp60* subtypes linked to human outbreaks of cryptosporidiosis in England and Wales, 2009 to 2017. Parasit Vectors. 2019;12:95. doi: 10.1186/s13071-019-3354-6. Parasit Vectors. 12 de marzo de 2019;12(1):95.
 15. Costa D, Razakandrainibe R, Valot S, Vannier M, Sautour M, Basmaciyan L, Gargala G, Viller V, Lemeteil D, Ballet JJ; French National Network on Surveillance of Human Cryptosporidiosis; Dalle F, Favennec L. Epidemiology of cryptosporidiosis in France from 2017 to 2019. Microorganisms. 2020;8:1358. doi: 10.3390/microorganisms8091358. Microorganisms. 4 de septiembre de 2020;8(9):1358.
 16. Fuentes I, Martín C, Beristain X, Mazón A, Saugar JM, Blanco A, García Cenoz M, Valle-Cristia M, Ezpeleta C, Castilla J. *Cryptosporidium hominis* genotypes involved in increased incidence and clusters of cases, Navarra, Spain, 2012. Epidemiol Infect. 2015;143:1033–1036. doi: 10.1017/S0950268814001836. Epidemiol Infect. abril de 2015;143(5):1033-6.
 17. Guzman Herrador B, de Blasio BF, Carlander A, Ethelberg S, Hygen HO, Kuusi M, et al. Association between heavy precipitation events and waterborne outbreaks in four Nordic countries, 1992-2012. J Water Health. diciembre de 2016;14(6):1019-27.
 18. Semenza JC, Paz S. Climate change and infectious disease in Europe: Impact, projection and adaptation. Lancet Reg Health Eur. octubre de 2021;9:100230.
 19. DuPont HL, Chappell CL, Sterling CR, Okhuysen PC, Rose JB, Jakubowski W. The infectivity of *Cryptosporidium parvum* in healthy volunteers. N Engl J Med. 30 de marzo de 1995;332(13):855-9.
 20. Okhuysen PC, Chappell CL, Crabb JH, Sterling CR, DuPont HL. Virulence of three distinct *Cryptosporidium parvum* isolates for healthy adults. J Infect Dis. octubre de 1999;180(4):1275-81.
 21. Ministerio de Sanidad - Profesionales - Salud pública - Sanidad Ambiental y Laboral - Calidad sanitaria de las aguas [Internet]. [citado 8 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://www.sanidad.gob.es/profesionales/saludPublica/saludAmbLaboral/calidadAguas/home.htm>
 22. Prevention CC for DC and. CDC - Cryptosporidiosis - Disease [Internet]. 2021 [citado 8 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://www.cdc.gov/parasites/crypto/illness.html>
 23. Diptyanusa A, Sari IP. Diptyanusa A, Sari IP. Treatment of human intestinal cryptosporidiosis: A review of published clinical trials. Int J Parasitol Drugs Drug Resist. 2021;17:128-138. doi:10.1016/j.ijpddr.2021.09.001. Int J Parasitol Drugs Drug Resist. 21 de septiembre de 2021;17:128-38.
 24. Dacal E, Köster PC, Carmena D. Dacal E, Köster PC, Carmena D. Diagnóstico molecular de parasitosis intestinales. Enferm Infecc Microbiol Clin. 2020;38:24–31. doi:

- 10.1016/j.eimc.2020.02.005. Enfermedades Infecc Microbiol Clínica. 1 de enero de 2020;38:24-31.
25. Carmena D. Carmena D. Waterborne transmission of *Cryptosporidium* and *Giardia*: detection, surveillance and implications for public health. En Méndez-Vilas A (Ed.), Current Research, Technology and Education Topics in Applied Microbiology and Microbial Biotechnology Vol. 1. Badajoz, España: Formatex Research Center; 2010:3-14. ISBN: 978-84-614-6194-3. En: Current research, technology and education topics in applied microbiology and microbial biotechnology. 2010. p. 3-14.
26. EPA. Method 1623: *Cryptosporidium* and *Giardia* in Water by Filtration/IMS/FA. Office of Water (4607) EPA 815-R-05-002 [http://www.epa.gov/microbes/December 2005](http://www.epa.gov/microbes/December%202005).
27. ISO 15553:2006 Water quality — Isolation and identification of... [Internet]. [citado 8 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/iso?c=039804>
28. Segura R, Prim N, Montemayor M, Valls ME, Muñoz C. Segura R, Prim N, Montemayor M, Valls ME, Muñoz C. Predominant virulent IbA10G2 subtype of *Cryptosporidium hominis* in human isolates in Barcelona: a five-year study. PLoS One. 2015;10:e0121753. doi: 10.1371/journal.pone.0121753. PLOS ONE. 27 de marzo de 2015;10(3):e0121753.
29. Abal-Fabeiro JL, Maside X, Llovo J, Bartolomé C. Aetiology and epidemiology of human cryptosporidiosis cases in Galicia (NW Spain), 2000-2008. Epidemiol Infect. 2015;143:3022–3035. doi: 10.1017/S0950268815000163. Epidemiol Infect. octubre de 2015;143(14):3022-35.
30. Azcona-Gutiérrez JM, de Lucio A, Hernández-de-Mingo M, García-García C, Soria-Blanco LM, Morales L, Aguilera M, Fuentes I, Carmena D. Molecular diversity and frequency of the diarrheagenic enteric protozoan *Giardia duodenalis* and *Cryptosporidium* spp. in a hospital setting in Northern Spain. PLoS One. 2017;12:e0178575. doi: 10.1371/journal.pone.0178575. PLOS ONE. 15 de junio de 2017;12(6):e0178575.
31. de Lucio A, Merino FJ, Martínez-Ruiz R, Bailo B, Aguilera M, Fuentes I, Carmena D. Molecular genotyping and sub-genotyping of *Cryptosporidium* spp. isolates from symptomatic individuals attending two major public hospitals in Madrid, Spain. Infect Genet Evol. 2016;37:49–56. doi: 10.1016/j.meegid.2015.10.026. Infect Genet Evol. 1 de enero de 2016;37:49-56.
32. Llorente MT, Clavel A, Goñi MP, Varea M, Seral C, Becerril R, Suarez L, Gómez-Lus R. Genetic characterization of *Cryptosporidium* species from humans in Spain. Parasitol Int. 2007;56:201–205. doi: 10.1016/j.parint.2007.02.003. Parasitol Int. 1 de septiembre de 2007;56(3):201-5.
33. Ramo A, Quílez J, Vergara-Castiblanco C, Monteagudo L, Del Cacho E, Clavel A. Multilocus typing and population structure of *Cryptosporidium* from children in Zaragoza, Spain. Infect Genet Evol. 2015;31:190–197. doi: 10.1016/j.meegid.2015.01.023. Infect Genet Evol. 1 de abril de 2015;31:190-7.