

## Resum

La gran majoria de malalties infeccioses que es transmeten per l'aigua són conseqüència de la contaminació fecal i per tant se'n pot minimitzar la transmissió amb mesures higièniques i de sanejament. Alguns dels agents causals afecten només l'home mentre que d'altres són zoonòtics, és a dir, infecten l'home i els animals. Pel que fa a aquells microorganismes que procedeixen de contaminació fecal, trobem els patògens i molts d'innocus que es troben en totes les restes fecals en quantitats semblants i que solen ser utilitzats com a microorganismes indicadors de la qualitat microbiològica de l'aigua. En canvi, la presència de patògens depèn de l'estat epidemiològic de les poblacions humanes i animals. La presència de patògens, ja sigui els tradicionals o els emergents, a les aigües residuals a Catalunya és del mateix ordre de magnitud que en països industrialitzats del nostre entorn. A Catalunya la qualitat microbiològica de les aigües superficials, avaluada en funció de la presència i densitats dels indicadors, és millorable i és en general inferior a la qualitat indicada per paràmetres físics i químics. Aquesta qualitat pobre obliga a fer tractaments complexos per a la potabilització d'una gran part de les aigües superficials disponibles. En general, l'aigua que arriba a les xarxes de distribució és de bona qualitat microbiològica. Tant a les zones urbanes com a les zones rurals amb xarxes controlades el percentatge de mostres que no compleixen la legislació pel que fa a paràmetres microbiològics és, segons les dades disponibles en el Sistema d'Informació Nacional d'Aigua de Consum (SINAC), clarament inferior a l'1 % en totes les demarcacions. Aquest valor és semblant a valors de països industrialitzats del nostre entorn. Amb tot, es donen brots infecciosos lligats a l'aigua. Segons les dades del *Butlletí Epidemiològic de Catalunya* n'hi ha en general menys de 10 per any, amb una mitjana d'uns 500 afectats per any. Aquesta incidència és lleugerament superior a la dels països industrialitzats. La majoria s'acumulen de maig a octubre i en molts casos no van lligats a xarxes de distribució.

**Paraules clau:** aigua, contaminació, microbiologia, patògens, indicadors.

## Abstract

Most waterborne infectious diseases are due to contamination of water with faecal wastes and consequently their transmission can be minimized by improving hygiene and sanitation. Some causal agents only infect humans, whereas others are zoonotic, this is, they infect humans and animals. Amid the faecal microorganisms, there are pathogens, but most of them are innocuous and found in similar amounts in all faecal wastes and are used as indicators of water quality. In contrast, the occurrence of pathogens in water depends on the epidemiological status of the population. The densities of pathogens, both the traditional and the emerging ones, in sewage in Catalonia are similar to the ones found in industrialised countries. In Catalonia, the microbiological quality of surface waters, as evaluated with indicators, is clearly improvable and in general worse than the quality indicated by the physical and chemical parameters. This poor quality leads to the need of complex treatment processes for an important fraction of surface waters. In general, water provided in drinking water networks is of good microbiological quality. Both in rural and urban areas served by distribution networks, the percentage of samples that do not fulfil the quality criteria are, according to the data provided by the Sistema Nacional de Agua de Consumo (SINAC), clearly below 1 %. This value is similar to those in the Western European countries. However waterborne outbreaks occur. According to data from the *Butlletí Epidemiològic de Catalunya* about 10 outbreaks per year with about 500 affected persons occur. This occurrence is slightly higher than the one in industrialised countries. Most outbreaks occur from May to October and most of them are not associated to distribution networks.

**Keywords:** water, contamination, microbiology, pathogens, indicators.

## Introducció

A les tres matrius que consten al títol s'hi troben diferents tipus de microorganismes. A les aigües residuals crues només s'hi troben microorganismes contaminants. Però a totes les altres matrius, aigües residuals depurades incloses, s'hi troben microorganismes contaminants i microorganismes autòctons, o en alguns casos residents.

Entre els contaminants i alguns dels residents hi trobem microorganismes dels tres grans grups, virus, bacteris i protozous, que causen malalties infeccioses relacionades d'alguna manera amb l'aigua. Una classificació de les malalties infeccioses que tenen alguna relació amb l'aigua, que em sembla prou satisfactòria, és la proposada per Mara i Feachem (1999), que queda resumida en la taula 1.

Encara que no es pot descartar la importància i l'interès dels altres grups (per exemple, a Catalunya, els darrers tres anys *Legionella* ha causat de mitjana 23 brots, 130 afectats i 3 o 4 morts a l'any (<http://www.gencat.net/salut/portal/cat/spbec.htm>)), les malalties infeccioses més importants relacionades amb l'aigua són les del primer grup, és a dir les de transmissió fecal-oral.

TAULA 1  
 Classificació de malalties infeccioses relacionades amb l'aigua

Categoria	Exemples
Lligades a l'aigua (de transmissió fecal-oral)	Còlera, hepatitis infeccioses
Lligades a l'aigua de rentat	Infeccions per <i>Pseudomonas</i> , tracoma
Basades en l'aigua	Legionel·losi, infeccions per <i>Mycobacterium</i> , esquistosomiasi
Transmeses per vectors lligats a l'aigua	Malària, febre groga

### Malalties de transmissió fecal-oral

Els microorganismes de transmissió fecal-oral són excretats per l'home i els animals i en conseqüència van associats a la contaminació amb material fecal. Infecten l'home a través d'aigua de boca, marisc conreat o recollit en aigües contaminades, verdures o fruites directament regades amb aigües contaminades, a través d'activitats de lleure practicades en aigües contaminades i també per contacte persona-persona. Causen un bon nombre de malalties. Les més importants estan resumides en la taula 2.

D'aquests microorganismes n'hi ha que només afecten l'home, mentre que d'altres causen zoonosi, és a dir infeccions als homes i a alguns animals. Entre els primers es troben *Salmonella typhi*, *Vibrio cholerae*, *Shigella dysenteriae*, *Helicobacter pylori*, el virus de l'hepatitis A i el virus de la poliomièlitis, entre d'altres; aquests són més fàcils de controlar amb mesures higièniques i de sanejament que els causants de zoonosi, i l'exemple es troba en la pràctica desaparició de les febres tifoides (*Salmonella typhi*) o, en períodes entre pandèmies, del còlera (*Vibrio cholerae*). Entre els que causen zoonosi es troben *Campylobacter*, *Salmonella no typhi*, *E. coli* enteropatogèniques (com per exemple el biotip O57:H7), *Cryptosporidium*, *Shigella no dysenteriae*, etc. Aquest tipus de patògens són de més difícil control.

Recentment, també és freqüent la menció de patògens emergents i reemergents. Els emergents són aquells que s'han associat a una determinada infecció durant els darrers vint anys; exemples típics de microorganismes emergents que es transmeten per aigua són *Campylobacter*, *E. coli* O157:H7, *Helicobacter pylori*, virus de l'hepatitis E, norovirus i *Cryptosporidium*. Els reemergents són aquells que després d'haver quasi desaparegut, tornen a aparèixer amb força; globalment no n'hi ha cap entre els lligats a l'aigua. Amb els grans moviments migratoris podria donar-se'n algun cas, com per exemple les febres tifoides causades per *Salmonella typhi*.

TAULA 2  
*Malalties produïdes per microorganismes de transmissió fecal-oral*

<i>Malaltia</i>	<i>Patogen</i>
Artritis	<i>Giardia, Salmonella, Campylobacter</i>
Meningítis asèptica	Echovirus, Coxsackievirus
Càncer, úlceres d'estómac o duodè	<i>Helicobacter pylori</i>
Còlera	<i>Vibrio cholerae</i>
Diarrea i gastroenteritis agudes (GEA)	Norovirus i Sapovirus Rotavirus Astrovirus Alguns enterovirus Adenovirus 40, 41 <i>Giardia, Cryptosporidium</i> <i>Salmonella, Shigella, Campylobacter, E. coli</i> enteropatògeniques <i>Aeromonas</i>
Problemes cardíacs (miocarditis)	Coxsackievirus B
Diabetis insulínol independent	Coxsackievirus B
Problemes renals	<i>E. coli</i> O157:H7 <i>Cyclospora</i>
Hepatitis	Virus de l'hepatitis A Virus de l'hepatitis E
Poliomielitis	Virus de la poliomièlitis

### **Pes relatiu de les malalties de transmissió fecal-oral**

La incidència real de la transmissió per aigua de patògens de transmissió fecal-oral és difícil de precisar, ja que la majoria també es transmeten via aliments i contacte persona-persona. Els rotavirus podrien ser fins i tot transmesos per una via addicional a la fecal-oral, com és l'expulsió de virus per vies respiratòries, persistència a fomites i posterior ingestió oral. A més, la majoria no provoquen malaltia greu i les malalties provocades no solen ser declarades ni per tant registrades, ja que els malalts no van al metge. En qualsevol cas, n'hi ha algunes estimacions. A la taula 3 es

TAULA 3  
*Participació de les infeccions de transmissió fecal-oral en la càrrega total de les malalties*

	<i>Global</i>	<i>Països industrialitzats</i>	<i>Països en fase de desenvolupament</i>
DALY (%)	5,7	Aprox. 1	8,5
Mortalitat (%)	4,0	< 0,01	7,7 (1.800.000 morts)

FONT: Dades de l'Organització Mundial de la Salut (WHO, 2002).

troba resumit el percentatge de la càrrega que els microorganismes de transmissió fecal-oral tenen en el total de les malalties, sempre segons dades de l'OMS (World Health Organization, 2002). En aquesta avaluació s'hi ha introduït el concepte DALY («Disability-Adjusted Life Years»), que és una correcció que té en compte aspectes addicionals (edat en què es dona la mortalitat, la gravetat de la malaltia, etc.) a la mortalitat, que era el criteri emprat fins a finals dels noranta del segle xx per a definir la importància de les malalties (World Health Organization, 2002).

Si bé no és una afecció molt greu, la gastroenteritis aguda (GEA) constitueix l'afecció lligada a aigua més freqüent. Com ha quedat reflectit en la figura 1, hi ha un cert nombre de virus, bacteris i protozous que provoquen gastroenteritis de diferent intensitat. Encara que, com s'ha assenyalat abans, és difícil comptabilitzar totes les GEA, gràcies a alguns estudis epidemiològics realitzats a alguns països europeus (Roy *et al.*, 2006), els Estats Units (Colford *et al.*, 2006; Craun *et al.*, 2006) i Austràlia (Roy *et al.*, 2006), podem fer-ne algunes estimacions. A la taula 4 s'indiquen algunes dades, unes d'estimades i d'altres de reals, dels Estats Units d'Amèrica (Colford *et al.*, 2006; Craun *et al.*, 2006) i de Catalunya, en aquests cas amb dades extretes del *Butlletí Epidemiològic de Catalunya* (<http://www.gencat.net/salut/portal/cat/spbec.htm>). Les dades de molts països de l'Europa occidental (Roy *et al.*, 2006) són molt semblants a les dels Estats Units (Colford *et al.*, 2006; Craun *et al.*, 2006). Les dades referents a brots i nombre d'afectats de Catalunya extretes del *Butlletí Epidemiològic de Catalunya* (<http://www.gencat.net/salut/portal/cat/spbec.htm>) semblen

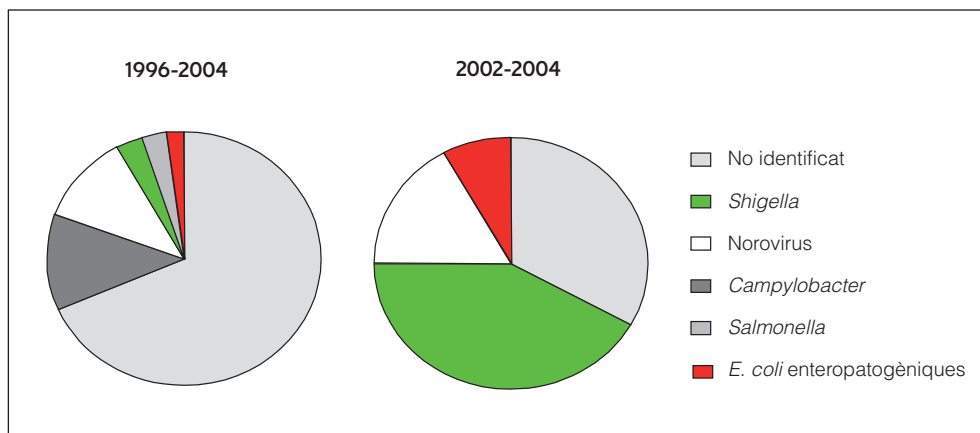


FIGURA 1. Agents causals dels brots de gastroenteritis agudes a Catalunya.

indicar una incidència superior que als Estats Units d'Amèrica, si bé cal prendre aquestes dades amb cautela, ja que no necessàriament hi ha la mateixa eficiència en la declaració i el registre de les GEA en els dos indrets.

Amb tot, cal no oblidar les altres afeccions. Per exemple, les dades del darrer any ens indiquen que l'eradicació de la poliomièlitis està molt lluny de ser assolida (<http://www.who.int/en/>); o bé, que només a finals d'estiu de 2006 hi ha hagut dos brots, l'un a Kosovo i l'altre a Khabarowsk

TAULA 4  
 Incidència de GEA als Estats Units d'Amèrica i a Catalunya

	EUA 1991-2002	Catalunya 1995-2006
Episodis de GEA per persona i any	0,56	Aprox. 0,5
GEA estimades (GEA lligades a aigua, 3 a 6 %)	148.000.000 (4.200.000-11.690.000)	3.500.000 (105.000-200.000)
GEA declarades (lligades a aigua)	(?) (?)	350.000 (?)
Brots lligats a aigua per any	20	7
Casos per any en els brots	39.000 (2.557 excloent el brot de <i>Cryptosporidium</i> a Milwaukee, amb més de 200.000 casos)	317
Agents causals més importants	No identificat <i>Giardia</i> , <i>Cryptosporidium</i> , norovirus, <i>Shigella</i> , <i>Campylobacter</i> , <i>Salmonella</i> , <i>E. coli</i> O157:H7	No identificat Norovirus, <i>Shigella</i> , <i>Campylobacter</i> , <i>Salmonella</i> , <i>E. coli</i> enteropatogèniques

(regió de la Federació Russa), de meningitis asèptica (echovirus i coxsackievirus), amb més de 1.000 casos a cada un dels brots, o un brot d'hepatitis A amb més de 1.300 afectats a Plovdiv (Bulgària) (<http://www.who.int/en/>).

### Microorganismes en aigües residuals

Entre els microorganismes d'origen fecal que es troben a les aigües residuals hi ha els microorganismes comensals al tub digestiu d'humans i d'animals i els patògens. Entre els primers hi trobem aquells que s'empren com a indicadors de la qualitat de l'aigua. Molts són els mateixos a les aigües residuals amb contaminants fecals d'origen humà i animal. Aquest seria el cas dels coneguts coliformes fecals, *E. coli*, estreptococs fecals (o enterococs) o els clostridis reductors de sulfits; d'altres són diferents i es poden fer servir per a determinar l'origen dels contaminants fecals (Malakkof, 2002), una de les àrees de recerca emergent en la microbiologia d'aigües. Les concentracions de microorganismes indicadors són semblants arreu del món, òbviament en funció de la concentració de l'aigua residual. També s'hi troben alguns microorganismes no patògens, però que tenen gens transferibles, com per exemple gens de virulència i gens de resistència a antibiòtics (Blanch i Jofre, 2004; Muniesa *et al.*, 2006), que poden ser

transferits a patògens i augmentar la seva virulència i dificultar el tractament de les infeccions amb antibiòtics.

Quant als patògens, en teoria, s'hi poden trobar tots els que hem descrit anteriorment, però la presència i densitats serà sempre en funció de l'estatus epidèmic de la població en un determinat moment. En principi, als països en fase de desenvolupament les concentracions de la majoria de patògens són més altes que als països industrialitzats. Els patògens que es troben a les aigües residuals municipals són diferents a les d'origen animal; els únics coincidents seran els que causen zoonosi.

Els patògens presents a les aigües residuals constitueixen un risc per a la salut humana, en tant que després poden arribar a contaminar aigua de boca o aliments o aigües recreatives. Però darremament la comunitat científica s'ha adonat que són una magnífica font d'informació per a estudis de tipus epidemiològic (Clemente-Casares *et al.*, 2003; Villena *et al.*, 2003; Sedmak *et al.*, 2002), que els mètodes genòmics permeten fer sense aïllament previ dels patògens, o com a registre de l'evolució de la prevalença de diferents microorganismes en la població. Un cas per a ressaltar seria el dels virus de la poliomièlitis, que en alguns països es fa servir per al seguiment del funcionament de la campanya d'eradicació de la poliomièlitis (Manor *et al.*, 1999). Encara que intermitentment, s'ha anat avaluant la presència de virus de la poliomièlitis en aigües residuals a Barcelona i s'han pogut observar canvis importants. A principi dels anys vuitanta del segle passat la gran majoria d'enterovirus circulants a les aigües residuals eren virus de la poliomièlitis i encara un percentatge important eren de tipus salvatge (Lucena *et al.*, 1985). Durant els darrers anys, amb l'ús generalitzat de bolquers rebutjables hi ha hagut un descens important del percentatge de virus de la poliomièlitis entre els enterovirus circulants; només un 2 % d'aquests són virus de la poliomièlitis, i aquests són tots vaccínics. L'any 2006 s'ha implantat la vacunació amb virus inactivats i de moment no s'han aïllat virus de la poliomièlitis a les aigües residuals (Costán-Longares *et al.*, 2008).

En la taula 5 es mostren els valors d'alguns patògens representatius a les aigües residuals de l'àrea metropolitana de Barcelona i que, pel que se sap, deuen representar molt bé el que passa

TAULA 5

*Densitats (intervals) d'alguns patògens representatius a les aigües residuals de Barcelona*

<i>Microorganisme</i>	<i>Nombres (per 100 ml)</i>	<i>Referència</i>
<i>E. coli</i>	$5 \times 10^6 - 10^7$	Lucena <i>et al.</i> , 2004
<i>Salmonella ssp.</i>	$10^2 - 10^3$	Muniesa <i>et al.</i> , 2005
<i>E. coli</i> enteropatogèniques (inclòs el biotip O157:H7)	$10^3 - 10^4$	García-Aljaro <i>et al.</i> , 2004
<i>Campylobacter</i>	$10^2 - 10^3$	Rodríguez i Araujo, en premsa
<i>Cryptosporidium</i>	$10^1 - 10^2$	Montemayor <i>et al.</i> , 2005
Enterovirus	$10^1 - 10^3$	Mocé, 2004
Rotavirus	$10^1 - 10^3$	Bosch <i>et al.</i> , 1986

a Catalunya, Espanya i Europa occidental. Els valors de patògens causants de zoonosi podrien ser diferents en aigües residuals d'origen animal. Aquest seria el cas de *Campylobacter*, del qual s'han trobat fins a  $10^6$  per 100 ml en aigües residuals d'escorxadors d'aus (Rodríguez i Araujo, en premsa), o d'*E. coli* O157:H7, més abundant en aigües residuals d'escorxador de vacum, aproximadament un ordre de magnitud superior que a l'aigua residual municipal (García-Aljaro *et al.*, 2004; García-Aljaro *et al.*, 2005).

Algunes de les dades de la taula 5 ens indiquen la presència abundant de patògens considerats emergents, com és el cas de *Campylobacter*, *Cryptosporidium* i *E. coli* O157:H7. Algunes dades obtingudes per mètodes genòmics (PCR) també ens indiquen la presència de patògens emergents de difícil cultiu o, de moment, impossible cultiu, com és el cas d'*Helicobacter pylori* (Queralt *et al.*, 2005) o del virus de l'hepatitis E (Clemente-Casares *et al.*, 2003).

### Microorganismes en aigües superficials

La presència i densitats dels microorganismes, tant indicadors com patògens, d'origen fecal que trobem a les aigües superficials són el resultat d'un conjunt de circumstàncies com per exemple les aportacions de contaminació difusa, l'eliminació diferencial dels diferents indicadors i patògens a les estacions de depuració d'aigües residuals (EDAR), la resuspensió de sediments, el mal funcionament de les depuradores, etc.

Hi ha una important quantitat d'informació disponible a l'abast del públic, de la presència i densitats de diferents indicadors de contaminació fecal (coliformes totals, coliformes fecals i estreptococs fecals) en alguns punts, no tots, corresponents a la xarxa de control de qualitat d'aigües superficials de l'Agència Catalana de l'Aigua (ACA) (<http://mediambient.gencat.net/aca/ca//aiguamedi/rius/>). Com a exemple en la figura 2 es mostren dades del riu Segre, en les quals es pot observar una contaminació creixent des de la capçalera cap al curs baix del riu, excepte quan la presència d'embassaments té un efecte depurador molt clar; en aquest cas el pantà d'Oliana, amb descensos molt significatius del contingut en indicadors fecals. Altres fets remarcables són que es percep un contingut molt notable de contaminació fecal ja a la capçalera i que els valors trobats són força variables durant l'any. Aquesta variació no és estacional i amb tota seguretat és deguda a un o més dels factors indicats abans. En general, sobretot al curs alt i mitjà dels rius, la qualitat microbiològica és pitjor que la qualitat donada per l'índex simplificat de la qualitat de l'aigua (ISQA). Per exemple hi ha alguns trams del Ter amb ISQA per sobre de 85 i amb valors freqüents de coliformes fecals per sobre de  $10^4$  per 100 ml.

Els orígens, humans o animals, de la contaminació fecal són impossibles de definir només amb les dades disponibles a les bases de dades de l'ACA. Al punt del riu Llobregat esmentat a la taula 6, que es troba aigües avall de Manresa, hi ha algunes dades disponibles que ens permeten afirmar que en aquesta zona la principal influència és humana; possiblement per l'efecte de Manresa. Dades recentment publicades ens indiquen que la relació entre el nombre de colí-



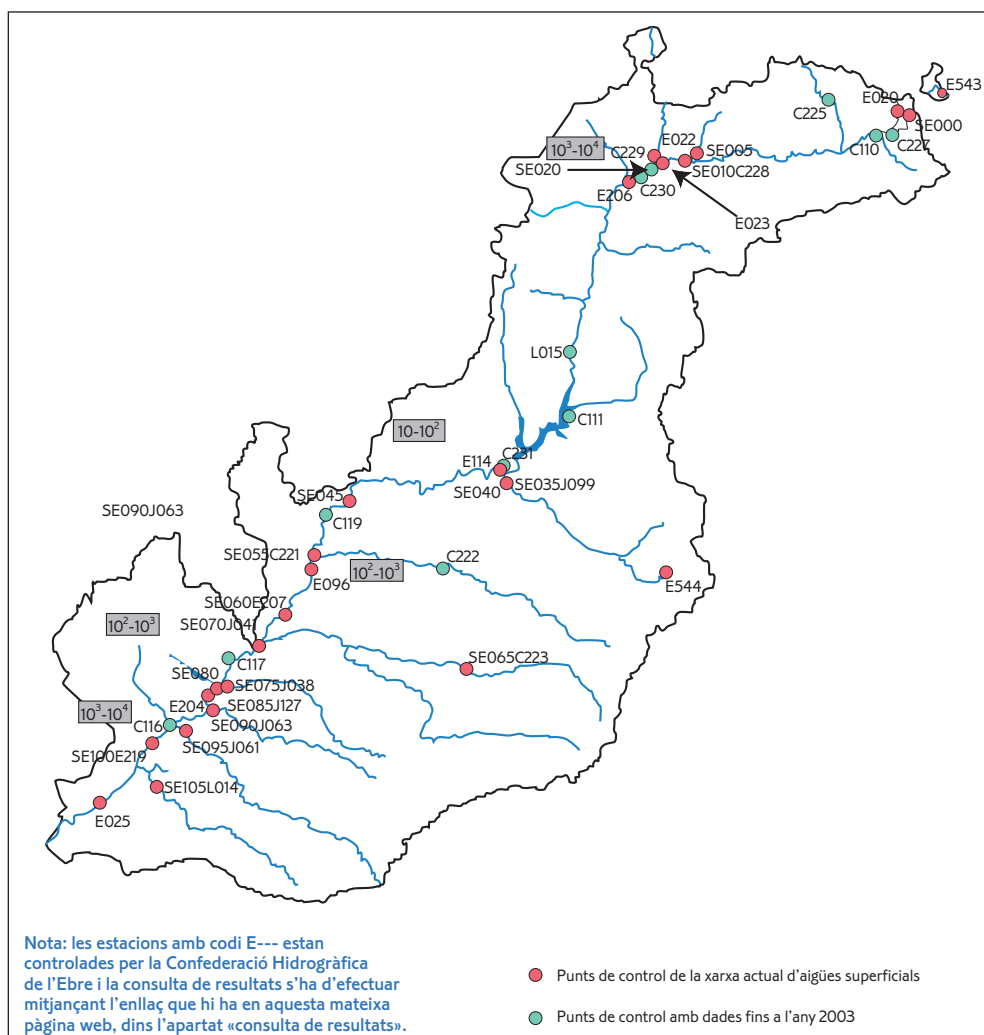


FIGURA 2. Interval de valors (en unitats formadores de colònies per 100 ml) més freqüents de coliforms fecals (en els quadres grisos) en diferents indrets del riu Segre (dades de l'ACA).

fags somàtics i de bacteriòfags de *Bacteroides thetaiotaomicron* GA14 és un excel·lent indicador de l'origen de la contaminació (Blanch *et al.*, 2006b; Payán, 2006); una relació de 100 com la que es dona en aquest punt del riu Llobregat (taula 6) és una indicació inequívoca de l'origen predominantment humà de la contaminació fecal.

Així com hi ha moltes dades públiques sobre la presència d'indicadors a les aigües superficials, aquest no és el cas pel que fa a patògens. Algunes dades referents a alguns patògens publicades com a conseqüència de treball de recerca, no de seguiments de la qualitat microbiològica de les aigües superficials, s'han inclòs en la taula 6. Aquests valors són els esperats en fun-

TAULA 6  
*Densitats (valor mitjà aproximat) d'alguns patògens representatius a l'aigua de riu*

<i>Microorganisme</i>	<i>Nombre (per 100 ml)</i>	<i>Referència</i>
<i>E. coli</i>	5×10 <sup>3</sup>	Mocé, 2004
<i>Campylobacter</i>	1	Rodríguez i Araujo, en premsa
Enterovirus (per litre)	1	Mocé, 2004
<i>Cryptosporidium</i>	1	Montemayor <i>et al.</i> , 2005
Colifags somàtics*	10 <sup>4</sup>	Payán, 2006
Bacteriòfags de <i>Bacteroides thetaiotaomicron</i> GA14	10 <sup>2</sup>	Payán, 2006

\* Bacteriòfags que infecten la soca WG5 d'*Escherichia coli* (ISO, 2000).

ció de les densitats en aigües residuals, els nivells d'*E. coli* al riu i les persistències conegudes dels diferents grups de microorganismes a les aigües superficials.

### Microorganismes en aigües de xarxa

En aplicació de les directrius derivades de la Directiva marc de la Unió Europea (Directiva 2000/60/CE, de 23 d'octubre de 2000), s'està implantant un Sistema d'Informació Nacional d'Aigua de Consum (SINAC), que ha de recollir tota la informació referent a les anàlisis de control de la qualitat de l'aigua de consum a Espanya. En qualsevol cas, cal assenyalar que aquest és un sistema basat en la bona fe dels qui envien les dades, que són els mateixos responsables de la qualitat de l'aigua de les xarxes. A la taula 7 es resumeixen les dades trobades al SINAC de

TAULA 7  
*Dades extretes del SINAC referents a qualitat microbiològica d'aigua potable*

	<i>Barcelona</i>	<i>Girona</i>	<i>Lleida</i>	<i>Tarragona</i>
% poblacions amb dades introduïdes	20	36	6	16
% mostres que no compleixen pel que fa a colònies a 22 °C	0,9	0,2	0,6	0,3
% mostres que no compleixen pel que fa a coliforms fecals	0,7	0,2	0	0,5
% mostres que no compleixen pel que fa a <i>Clostridium perfringens</i>	—	0,05	—	—

les poblacions de Catalunya ordenades per províncies (<http://sinac.msc.es>). El nivell d'implantació és encara molt baix, i pràcticament nul pel que fa al món rural, que és on sol haver-hi més problemes (Humphrey i Cruickshank, 1985; Méndez *et al.*, 2004).

Hi ha un petit percentatge de mostres que no compleixen els requisits de qualitat. Donada la falta de dades de la gran majoria de municipis petits es fa encara difícil avaluar en termes generals la qualitat microbiològica de les aigües de xarxa a Catalunya. Cal assenyalar que en un extens estudi fet a l'àrea metropolitana de Barcelona s'ha pogut determinar que el bacteri més sovint detectat en aquelles mostres en què s'han detectat coliforms fecals és *Klebsiella oxytoca*, que ha estat associat a un possible recreixement en els biofilms que es formen a les xarxes (Blanch *et al.*, 2006a), més que a contaminació d'origen fecal.

Relacionats amb aquest potencial recreixement cal assenyalar que *Aeromonas*, implicat en alguns casos de gastroenteritis aguda (GEA), pot recreixer en els biofilms que es formen a les xarxes, igual que *Pseudomonas* i *Legionella*. En un estudi realitzat a la xarxa de l'àrea metropolitana de Barcelona, Ribas *et al.* (2000) varen detectar en algunes zones fins a un 3,3 % de mostres amb *Aeromonas* en 100 ml, encara que no és clar en aquest moment si aquestes *Aeromonas* que recreixen són patògeniques.

Malgrat l'aparent bona qualitat de l'aigua potable hi ha una certa incidència de gastroenteritis produïdes per consum d'aigua (taula 4). Pel que fa a brots ben documentats, s'han donat uns 7 brots amb un total de 317 afectats a l'any de mitjana els darrers 11 anys. Com ja s'ha assenya-

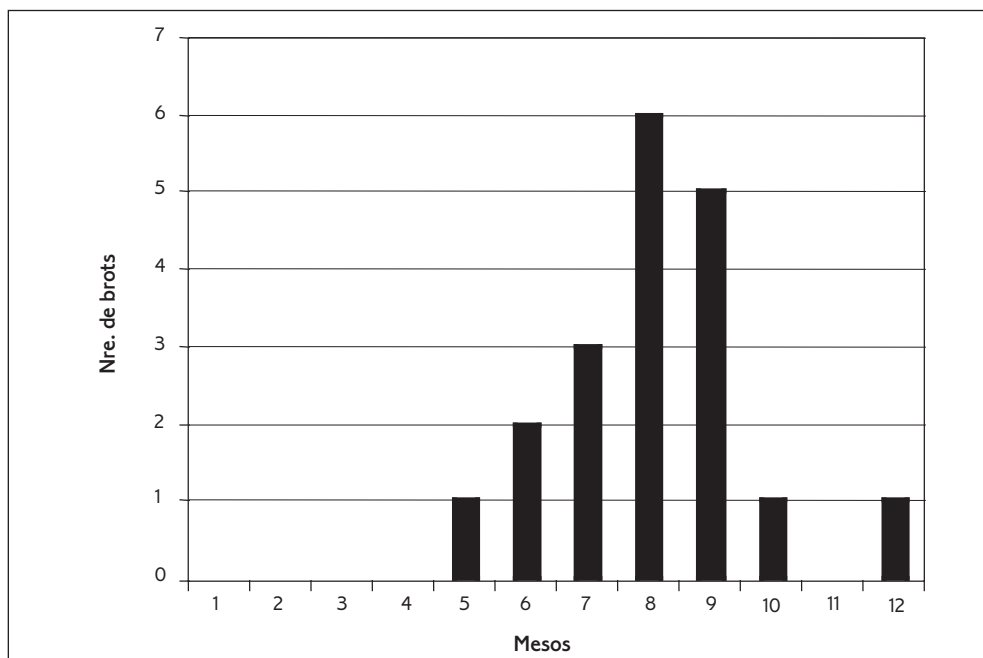


FIGURA 3. Distribució temporal dels brots de GEA lligats al consum d'aigua.

lat abans la incidència de GEA, almenys la lligada a brots, sembla superior a la dels Estats Units d'Amèrica i altres països de l'entorn (Roy *et al.*, 2006; Craun *et al.*, 2006). Pel que fa als agents causals, a la figura 1 se'n pot veure la distribució. Cal destacar que els darrers anys sembla haver disminuït el percentatge de brots que no s'han pogut atribuir a cap agent causal, possiblement com a conseqüència d'una millora del seguiment. Els principals agents causals a Catalunya coincideixen amb els dels països desenvolupats, com per exemple els Estats Units d'Amèrica (Craun *et al.*, 2006).

Crida l'atenció la distribució en el temps dels brots documentats. Es dona una important incidència als mesos de maig a octubre (vegeu la figura 3). Els brots de juliol van lligats a activitats d'estiu i no lligats a xarxes de distribució (càmpings, cases de colònies, campaments, etc.), mentre que els de maig, setembre i octubre estan lligats a xarxes de pobles, i coincideixen amb episodis de períodes de fortes pluges.

## Referències bibliogràfiques

- BLANCH, A.; JOFRE, J. (2004). «Emerging pathogens in wastewaters». A: *The Handbook of Environmental Chemistry*. Vol. 5, part 1. Berlín: Heidelberg: Springer-Verlag, p. 141-163.
- BLANCH, A. R.; GALOFRÉ, B.; LUCENA, F.; TERRADILLOS, A.; VILANOVA, X.; RIBAS, F. (2006a). «Characterization of bacterial coliforms occurrences in different zones of a drinking water distribution system». *J. Appl. Microbiol.*, núm. 102, p. 711-721.
- BLANCH, A. R.; BELANCHE-MUÑOZ, L.; BONJOCH, J.; EBDON, J.; GANTZER, C.; LUCENA, F.; OTTOSON, J.; KOURTIS, C.; IVERSEN, A.; KÜHN, I.; MOCÉ, L.; MUNIESA, M.; SCHWARTZBROD, J.; SKRABER, S.; PAPAGEORGIOU, G.; TAYLOR, H.; WALLIS, J.; JOFRE, J. (2006b). «Integrated analysis of established and novel microbial and chemical methods for microbial source tracking». *Appl. Environ. Microbiol.*, núm. 72, p. 5915-5926.
- BOSCH, A.; LUCENA, F.; JOFRE, J. (1986). «Fate of human enteric viruses (rotaviruses and enteroviruses) in sewage after primary sedimentation». *Wat. Sci. Technol.*, núm. 18, p. 47-52.
- CLEMENTE-CASARES, P.; PINA, S.; BUTI, M.; JARDI, R.; MARTIN, M.; BOFILL-MAS, S.; GIRONES, R. (2003). «Hepatitis E virus epidemiology in industrialized countries». *Emerg. Infect. Dis.*, núm. 9, p. 448-454.
- COLFORD, Jr., J.; ROS, S.; BEACH, M.; HIGHTOWER, A.; SHAW, S.; WADE, T. (2006). «A review of household drinking water intervention trials and an approach to the estimation of endemic waterborne gastroenteritis in the United States». *J. Water Health*, núm. 4, p. 71-89.
- COSTÁN-LONGARES, A.; MOCÉ-LLIVINA, L.; AVELLÓN, A.; JOFRE, J.; LUCENA, F. (2008). «Occurrence and distribution of culturable enteroviruses in wastewater and surface waters of northeastern Spain». *J. Appl. Microbiol.*, núm. 105, p. 1945-1955.
- CRAUN, M.; CRAUN, G.; CALDERON, R.; BEACH, M. (2006). «Waterborne outbreaks reported in the United States». *J. Water Health*, núm. 4, p. 19-31.
- GARCÍA-ALJARO, C.; MUNIESA, M.; JOFRE, J.; BLANCH, A. R. (2004). «Prevalence of the stx2 gene in coliform populations from aquatic environments». *Appl. Environ. Microbiol.*, núm. 70, p. 3535-3540.

- GARCÍA-ALJARO, C.; BONJOCH, X.; BLANCH, A. R. (2005). «Combined use of an immunomagnetic separation method and immunoblotting for the enumeration and isolation of *Escherichia coli* O157 in wastewaters». *J. Appl. Microbiol.*, núm. 98, p. 589-597.
- HUMPHREY, J. T.; CRUICKSHANK, J. G. (1985). «The potability of rural supplies: A pilot study». *Community Med.*, núm. 7, p. 43-47.
- LUCENA, F.; BOSCH, A.; JOFRE, J.; SCHWARTZBROD, L. (1985). «Identification of viruses isolated from sewage, riverwater and coastal seawater in Barcelona». *Wat. Res.*, núm. 19, p. 1237-1239.
- LUCENA, F.; DURAN, A. E.; MORON, A.; CALDERON, E.; CAMPOS, C.; GANTZER, C.; SKRABER, S.; JOFRE, J. (2004). «Reduction of bacterial indicators and bacteriophages infecting faecal bacteria in primary and secondary wastewater treatments». *J. Appl. Microbiol.*, núm. 97, p. 1069-1076.
- MALAKKOF, D. (2002). «Microbiologists on the trail of polluting bacteria». *Science*, núm. 295, p. 2352-2353.
- MANOR, Y.; HANDSHER, R.; HALMUT, T.; NEUMAN, M.; ABRAMOVITZ, B.; AMTES, A.; MENDELSON, E. (1999). «A double-selective tissue culture system for isolation of wild-type poliovirus from sewage applied in a long term environmental surveillance». *Appl. Environ. Microbiol.*, núm. 65, p. 1794-1797.
- MARA, D. D.; FEACHEM, R. G. A. (1999). «Water and excreta-related diseases: unitary environmental classification». *J. Environ. Engin.*, núm. 125, p. 334-339.
- MÉNDEZ, J.; AUDICANA, A.; CANCER, M.; ISERN, A.; LLANEZA, J.; MORENO, B.; NAVARRO, M.; TARANCÓN, M. L.; VALERO, F.; RIBAS, F.; JOFRE, J.; LUCENA, F. (2004). «Assessment of drinking water quality using indicator bacteria and bacteriophages». *J. Water Health*, núm. 2, p. 201-214.
- MOCÉ, L. (2004). *Avenços metodològics en la detecció de virus entèrics en aigües*. Barcelona. Tesi doctoral. Barcelona: Universitat de Barcelona.
- MONTEMAYOR, M.; VALERO, F.; JOFRE, J.; LUCENA, F. (2005). «Occurrence of *Cryptosporidium* spp. in oocysts in raw and treated sewage and river water in north-eastern Spain». *J. Appl. Microbiol.*, núm. 99, p. 1455-1462.
- MUNIESA, M.; BLANCH, A. R.; LUCENA, F.; JOFRE, J. (2005). «Bacteriophages may bias outcome of bacterial enrichment cultures». *Appl. Environ. Microbiol.*, núm. 71, p. 4269-4275.
- MUNIESA, M.; JOFRE, J.; GARCIA-ALJARO, C.; BLANCH, A. R. (2006). «Occurrence of *Escherichia coli* O157:H7 and other enterohemorrhagic *Escherichia coli* in the environment». *Environ. Sci. Technol.*, núm. 40, p. 7141-7149.
- PAYÁN, A. (2006). *Bacteriófagos como modelo en el origen de la contaminación fecal y en aguas regeneradas*. Tesi doctoral. Barcelona: Universitat de Barcelona.
- QUERALT, N.; BARTOLOMÉ, R.; ARAUJO, R. (2005). «Detection of *Helicobacter pylori* DNA in human faeces and water with different levels of faecal pollution in the north-east of Spain». *J. Appl. Microbiol.*, núm. 98, p. 889-895.
- RIBAS, F.; PERRAMON, J.; TERRADILLOS, A.; FRIAS, J.; LUCENA, F. (2000). «The *Pseudomonas* group as an indicator of potential regrowth in water distribution systems». *J. Appl. Microbiol.*, núm. 88, p. 704-710.
- RODRÍGUEZ, S.; ARAUJO, R. (en premsa). «Occurrence of thermotolerant *Campylobacter* species in surface waters of a Mediterranean area and its prevailing pollution sources». *J. Appl. Microbiol.*
- ROY, S.; SCALLAN, E.; BEACH, M. (2006). «The rate of acute gastrointestinal illness in developed countries». *J. Water Health*, núm. 4, p. 31-71.

- SEDMAK, G.; BINA, D.; MACDONALD, J. (2002). «Assessment of an enterovirus sewage surveillance system by comparison of clinical isolates with sewage isolates from Milwaukee, Wisconsin, collected August 1994 to December 2002». *Appl. Environ. Microbiol.*, núm. 69, p. 7181-7187.
- VILLENA, C., EL-SENOUSY, W. M.; ABAD, X.; PINTÓ, R. M.; BOSCH, A. (2003). «Group a rotavirus in sewage samples from Barcelona and Cairo: Emergence of unusual genotypes». *Appl. Environ. Microbiol.*, núm. 69, p. 3919-3923.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION (2002). *Global Burden of Disease Estimates 2001*. Ginebra: WHO.