

Tras la pista del coronavirus en las aguas residuales

El agua sin tratar que llega a las plantas depuradoras se ha convertido en un testigo silencioso de la evolución de la pandemia, pero este año se va a necesitar más investigación y unificar metodologías para aprovechar mejor las posibilidades que ofrece esta aliada frente a la covid-19. Así lo reflejan los artículos científicos más citados en este campo.

Enrique Sacristán

7/1/2021 08:00 CEST



Las aguas residuales se han convertido en una herramienta muy útil para detectar la presencia de coronavirus en una zona y seguir la evolución de la pandemia. / © Alba Pérez Cataluña

Las **heces y la orina** de las personas que padecen la **covid-19** acaban en las aguas residuales que, a través del alcantarillado, alcanzan las estaciones depuradoras. Desde el comienzo de la pandemia, científicos de todo el mundo tomaron muestras en estas plantas, y algunos de los primeros en hacerlo publicaron artículos de acceso abierto que hoy son los más referenciados por sus colegas, estudios que subrayan el interés epidemiológico de las aguas fecales y los retos que quedan por delante.

Entre estos trabajos figura el publicado por investigadores de **Australia** en la revista [*Science of the Total Environment*](#), donde confirman la primera detección de **SARS-CoV-2** en aguas residuales no tratadas de esa nación.

Con muestras recogidas en Brisbane, se descubrió mediante PCR la presencia del coronavirus en una planta de tratamiento a finales de febrero, lo que delataba su presencia en algunas zonas hasta tres semanas antes de que se informaran los primeros casos.

"La detección del ARN del coronavirus en las aguas residuales proporciona un sistema de alerta temprana que ayuda a identificar los lugares críticos y a realizar intervenciones como advertencias sanitarias o aumentar los test", apunta Warish Ahmed desde Australia

"Nuestros hallazgos indican que la detección del ARN del coronavirus en las aguas residuales proporciona un sistema de alerta temprana que ayuda a identificar los lugares críticos y a realizar intervenciones como advertencias sanitarias o aumentar los test", explica a SINC el autor principal, **Warish Ahmed**, del centro **CSIRO Land and Water**, coautor también de una [review](#) sobre los avances en este campo.

Con datos de marzo y abril, los autores también aplicaron métodos estadísticos para estimar el número de infectados en una cuenca hidrográfica a partir de lo que medían en las aguas fecales, obteniendo un rango medio (de 171 a 1.090 personas contagiadas) que concordaba "razonablemente" con las observaciones clínicas.

"Pero esto es solo un modelo o prueba de concepto —reconoce Ahmed—, ya que es difícil estimar el número de individuos infectados en una zona debido a que es limitada la información sobre las tasas de excreción humana (porcentaje de personas que evacúan el coronavirus y número que expulsan). También necesitamos mejorar aspectos metodológicos a la hora de recuperar virus de las aguas y realizar muestreos representativos, entre otros factores".

En Europa también se comunicaron en revistas científicas las primeras detecciones de SARS-CoV-2 a finales de febrero en [aguas residuales de Italia](#), en Milán concretamente, aunque el Instituto Superior de Salud (ISS)

italiano emitió posteriormente una [nota de prensa](#) indicando que el coronavirus ya estaba presente en diciembre de 2019 en las aguas fecales de esa ciudad y de Turín.

También en otros países, como Países Bajos, se recogieron muestras positivas en el aeropuerto de Ámsterdam-Schiphol cuatro días después de descubrir los primeros casos el 27 de febrero. Este hallazgo fue presentado por **Ana María de Roda Husman** y otro colega del **Instituto Nacional de Salud Pública y Medio Ambiente (RIVM)** neerlandés en la revista [The Lancet Gastroenterology and Hepatology](#).

No todas las personas con covid excretan coronavirus detectables

De Roda Husman comenta a SINC que desde su institución han publicado [preguntas y respuestas](#) para resolver las dudas que plantea el público sobre este tema, y aclara: “No todas las personas que tienen la covid-19 excretan partículas detectables de coronavirus en sus heces. Lo hace el 40 % o algo más. Unas personas tienen más cantidad que otras, y esto no depende de si tiene muchos o pocos síntomas, es decir, aparecen coronavirus en las heces de los asintomáticos”.

Respecto a si la cantidad de partículas víricas encontradas en las aguas residuales permite saber el número de personas con covid-19 en la zona, la respuesta actual es no, “aunque estamos desarrollando un modelo para estimarlo”.

La investigadora española **Gloria Sánchez** del **Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos (IATA-CSIC)** y coautora de otro de los artículos más citados sobre el tema, publicado en [Water Research](#), coincide: “Se pueden ver tendencias y anticipar. Antes de que aparezcan los casos clínicos podemos detectarlo en las aguas, pero lo que todavía no se consigue es correlacionar las concentraciones víricas que hay en ellas con el número de personas infectadas”.

“Antes de que aparezcan los casos clínicos podemos detectarlo en las aguas, pero lo que todavía no se

consigue es correlacionar las concentraciones víricas que hay en ellas con el número de personas infectadas”, explica Gloria Sánchez de IATA-CSIC

Aun así, tanto en ese estudio pionero en España con muestras recogidas en la Región de Murcia en marzo de 2020 (aunque existe un [controvertido artículo](#) de investigadores de la Universidad de Barcelona indicando que el coronavirus ya circulaba un año antes por aguas de la ciudad condal), como en [otro posterior](#) en Valencia (donde hubo transmisión comunitaria antes de lo que se pensaba) se insiste en que el análisis de las aguas residuales puede ser una herramienta útil y rentable para la vigilancia epidemiológica de la covid-19.

Sánchez resume las etapas del **método**: “Toma de muestras, concentración de un volumen grande (200 mL) a un volumen pequeño (2,5 mL) mediante una técnica llamada de [floculación](#)-centrifugación, extracción de los ácidos nucleicos (el ARN del virus) y amplificación de ese material genético mediante PCR”.

Los resultados pueden ayudar a seguir mejor la evolución de la pandemia en todas las escalas: desde centros puntuales (hospitales, residencias de mayores, colegios...) hasta **municipios, regiones, países y a escala global**.

En la Comunidad de Madrid, por ejemplo, el Canal de Isabel II ha establecido un mapa de 290 **puntos de muestreo en redes de alcantarillado y estaciones depuradoras** para, entre otros objetivos, tratar de predecir los ingresos hospitalarios. En Valencia está en marcha un proyecto similar y en Cataluña se puede visualizar la circulación del coronavirus por sus aguas residuales a través de la web [Sarsaigua](#).

Desde finales de noviembre, el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (**MITECO**) también [publica semanalmente en su web](#) los resultados de los muestreos que se realizan en las más de 30 estaciones depuradoras que forman parte de un proyecto de Vigilancia y Alerta Temprana de COVID-19 en aguas residuales ([VATar-COVID-19](#)).

A escala internacional existe el proyecto [COVID-19 WBE Collaborative](#), un

punto de encuentro donde universidades, centros de investigación, administraciones y otras instituciones colaboran en este campo. En su web se explica que la monitorización de las aguas residuales para encontrar SARS-CoV-2 es efectiva para predecir los brotes de covid-19 entre 2 y 14 días antes de que se produzcan. También se ofrece un [mapa del mundo](#) con algunas de las iniciativas que están en marcha en cada país.



Multitud de instituciones de todo el mundo, como estas del panel COVID19Poops Dashboard de un proyecto colaborativo internacional, utilizan las aguas residuales como una herramienta epidemiológica de la covid-19. / COVID-19 WBE Collaborative

Una historia de dos décadas

“La **epidemiología basada en aguas residuales (WBE, en inglés)** tiene una historia de 20 años desde que planteé el [concepto en 2001](#) para estimar el consumo de drogas en una comunidad”, recuerda a SINC el veterano investigador **Christian G. Daughton**, hoy retirado de la **Agencia de Protección Ambiental de EE UU** y autor de otro de los estudios más citados (*Science of the Total Environment*), donde destaca que esta herramienta “tiene potencial para contener y mitigar los brotes de covid-19 al tiempo que minimiza los efectos dominó, como los confinamientos en casa innecesarios, que estresan tanto a los seres humanos como a sus economías”.

Daughton demanda mayor inversión y desarrollar estándares internacionales en la WBE, y ofrece algunas recomendaciones para usarla: “Se implementa más fácilmente en modo ‘binario’ (si hay o no infecciones), por ejemplo en

un bloque confinado, como se ha visto en residencias de estudiantes. Se necesita más I+D para estimar de manera fiable el número real de contagios en una comunidad, pero es útil para estimar el 'cambio' relativo en la 'amplitud' del número de infecciones, por ejemplo, saber si estas están subiendo o bajando. El objetivo general es orientar y ahorrar en pruebas diagnósticas más costosas”.

En otro artículo de [Science of The Total Environment](#), el profesor **Rolf Halden** de la **Universidad Estatal de Arizona** (EE UU) ha aplicado un análisis computacional para estimar que 2.100 millones de personas podrían ser monitorizadas a escala mundial en 105.600 plantas de tratamiento de aguas residuales, y que se podrían ahorrar miles de millones de dólares si se combina esta técnica con pruebas clínicas posteriores”.

Hay que tener en cuenta que el virus se degrada más cuanto más tiempo tardan en llegar las aguas al punto de muestreo y más calientes están

El investigador explica a SINC que es importante tener en cuenta dos factores a la hora de comparar resultados de diferentes lugares: el **tiempo** que tardan las aguas en llegar a los puntos de muestreo y su **temperatura**, ya que si aumenta cualquiera de los dos factores, se degradan más el patógeno y sus marcadores de ARN en las aguas: “Unos pocos individuos infectados que excretan cerca de la zona de monitorización dan la misma señal que miles que lo hagan lejos y, por ejemplo, en verano se ‘ven’ o detectan menos personas que en invierno”.

Halden también ofrece sus consejos a la autoridad o gestor competente: “Comience a monitorear de inmediato, muestree lo más cerca posible de la población, use dispositivos automáticos que tomen muestras el mayor tiempo posible, refrigérelas, analícelas rápidamente, comparta los datos con todas las partes interesadas y comunique claramente las limitaciones de sus datos”.

Diferencias entre países ricos y pobres

En cuanto a si este método se puede aplicar en países empobrecidos, apunta: “Como el muestreo de aguas residuales es tan económico y fácil de realizar, es muy atractivo para estudiar las tasas de infección en esos países –de hecho se ha realizado en algunos de los más afectados por la pandemia, como [India](#), [Brasil](#) o [México](#)–, pero funciona mejor cuando existe un sistema de alcantarillado centralizado del que se pueda extraer una muestra representativa, y a menudo esto no es posible en países con pocos recursos que carecen de las infraestructuras necesarias”.

“Hay grandes diferencias entre el tratamiento y la reutilización de las aguas residuales entre los países en desarrollo y los más desarrollados debido a los factores socioeconómicos subyacentes”, apunta Bashir Adelodun

“Hay grandes diferencias respecto al tratamiento y la reutilización de las aguas residuales entre los países en desarrollo y los más desarrollados debido a los factores socioeconómicos subyacentes”, comenta por su parte **Bashir Adelodun** de la **Universidad de Ilorin (Nigeria)** y la **Universidad Nacional de Kyungpook (Corea del Sur)**.

Adelodun es coautor de [una revisión](#) de estudios sobre las desigualdades basadas en el uso de agua contaminada con virus en países empobrecidos, especialmente de África, y de [otro artículo](#) donde se plantea la necesidad de mejorar su deficiente saneamiento y gestión de las aguas fecales, “lo que plantea un riesgo potencial de propagación de la covid-19”.

Para desinfectar las aguas de virus y otros patógenos, los autores proponen usar filtros de agua cerámicos y sistemas solares en comunidades donde no lleguen las tecnologías más recomendadas, las mismas que se utilizan en los países más avanzados: la **cloración**, la **ozonización** y la aplicación de **luz ultravioleta**.

Importancia de la cloración

De esas tres técnicas, los expertos destacan especialmente la importancia

del cloro para desinfectar de coronavirus las aguas residuales. En China, donde sus contundentes medidas de control lo han erradicado prácticamente de la población, y por tanto, también del agua que circula por sus alcantarillas, científicos del **Centro Chino para el Control y la Prevención de Enfermedades** recomiendan (en [Environmental Pollution](#)) la cloración para eliminar el patógeno de las aguas fecales en uno de los puntos clave en la pandemia: los hospitales.

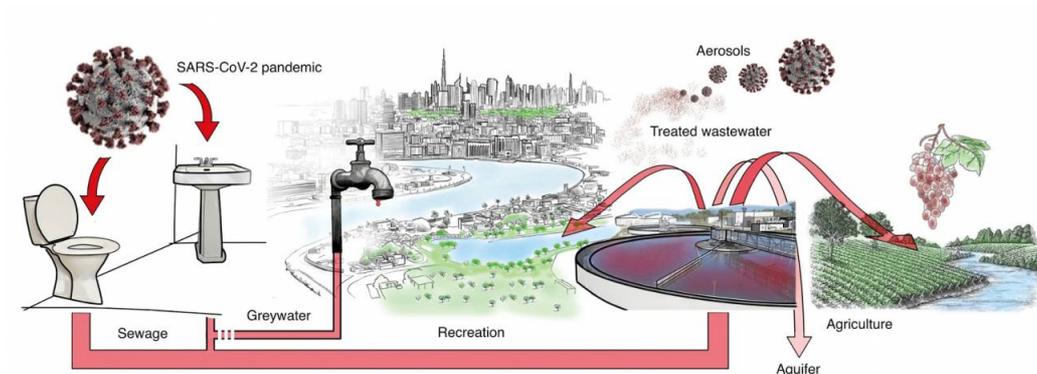
La posibilidad de que las aguas residuales tratadas que se derivan a ríos y lagos, o incluso a la agricultura, puedan convertirse en una fuente de contagio de la covid-19, “todavía no está clara, aunque es importante monitorizarlo”, señala Edo Bar-Zeev desde Israel

En las plantas depuradoras también hay que aplicar “altas dosis de cloro”, subraya **Edo Bar-Zeev**, del Instituto Zuckerberg de Investigación del Agua en la **Universidad Ben-Gurion (Israel)** y coautor de una revisión de estudios ([Nature Sustainability](#)) donde se advierte: “El tratamiento convencional de las aguas residuales elimina solo parcialmente el virus SARS-CoV-2, que puede vivir desde horas a días en el agua dependiendo de las características de esta, por lo que su reutilización segura dependerá de la eficacia de la desinfección final”.

En otro estudio (de momento un [preprint](#)), este investigador israelí y otros colegas tomaron muestras en dos estaciones de aguas residuales de su país y comprobaron que tras los habituales **tratamientos primario** (separación de sólidos) y **secundario** (degradación de materia orgánica) “aún se detectaban concentraciones significativas de ARN del coronavirus (más de 100 copias por mL), aunque después de la cloración, este ARN vírico se encontró solo una vez, y probablemente debido a una dosis insuficiente de cloro”, por lo que los autores insisten en su uso como desinfectante dentro del tratamiento **terciario** que se realiza en las plantas.

Bar-Zeev y su equipo han analizado la posibilidad de que las aguas residuales tratadas que se derivan a ríos y lagos, o incluso a la agricultura, pudieran convertirse en una fuente de contagio de la covid-19, pero de

momento reconoce que “todavía no está claro, aunque es importante monitorizarlo”.



Descripción general de la posible diseminación del SARS-CoV-2 a través de las aguas residuales en países industrializados. / Edo Bar-Zeev et al./Nature Sustainability

En este momento no hay evidencia de infecciones humanas transmitidas a través de las heces o las aguas residuales

A la pregunta de si es contagioso el coronavirus de las aguas residuales, desde el centro RIVM neerlandés responden: “En este momento no hay evidencia de infecciones humanas transmitidas a través de las heces o las aguas residuales”.

“Lo que detectamos son trazas del material genético, es decir del ARN del virus, pero no podemos decir si es infeccioso o no”, recalca Gloria Sánchez, “aunque al ser virus con envuelta lipídica, más sensibles a los tratamientos y a los factores de dilución, se cree que no son infecciosos”.

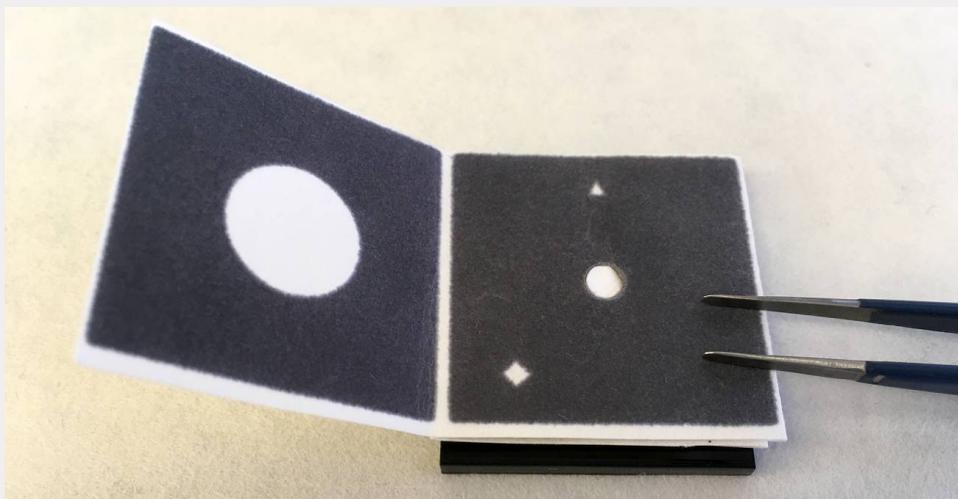
“Hasta la fecha —concluye— nadie ha conseguido demostrar que lo que se encuentra en aguas residuales sea infeccioso, y tampoco se ha visto que los trabajadores de las plantas tengan una mayor tasa de incidencia de la covid-19 que el resto de la población. Aunque el riesgo cero no existe, la transmisión del coronavirus a través del agua se considera muy improbable, pero se sigue investigando el tema.”

Un test de papel para detectar coronavirus en las aguas

Entre los artículos científicos más citados sobre covid-19 y aguas residuales, figura una propuesta en [Environmental Science & Technology](#) de científicos de la **Academia China de las Ciencias** y **Zhugen Yang** de la **Universidad de Cranfield (Reino Unido)**, donde se está desarrollando un dispositivo basado en papel para detectar el coronavirus en las aguas de las plantas depuradoras u otros lugares (hoteles, escuelas, residencias, centros comerciales...) de una forma diferente a la tradicional por PCR.

Este test o herramienta analítica incorpora diferentes áreas funcionales imprimidas con una **impresora de cera** que, mediante productos químicos y filtros, realiza todos los procesos (extracción, enriquecimiento, purificación, elución, amplificación y detección visual) necesarios para identificar el ácido nucleico del virus en un material tan económico como el papel.

“De momento lo estamos desarrollando en nuestro laboratorio de Cranfield, pero el objetivo es implementarlo para la detección rápida e *in situ* del coronavirus en aguas residuales del Reino Unido u otros lugares”, adelanta Yang a SINC.



Test de coronavirus en aguas residuales basado en papel. / Zhugen Yang et al./

Universidad de Cranfield

Derechos: **Creative Commons**

TAGS

AGUAS RESIDUALES | COVID-19 | PANDEMIA | CORONAVIRUS |

Creative Commons 4.0

Puedes copiar, difundir y transformar los contenidos de SINC. [Lee las condiciones de nuestra licencia](#)