

## COVID-19 y aguas residuales

### COVID-19 and wastewater

Sarah Isabel Barreto Torrella<sup>1\*</sup> <https://orcid.org/0000-0002-2471-7263>

<sup>1</sup>Universidad "Ignacio Agramonte Loynaz". Camagüey, Cuba.

\*Autor para la correspondencia: [sara.barreto@reduc.edu.cu](mailto:sara.barreto@reduc.edu.cu)

#### RESUMEN

**Introducción:** Las aguas residuales constituyen una vía para la transmisión de muchas enfermedades, incluidas las virales. La vigilancia epidemiológica basada en aguas residuales se ha empleado para el monitoreo y control de Norovirus GII.17, poliovirus.

**Objetivo:** Explorar sobre la detección del SARS-CoV-2 en aguas residuales, su prevalencia, las evidencias de transmisión y su uso potencial para la vigilancia epidemiológica a diferentes escalas espaciales.

**Métodos:** Se realizó una revisión bibliográfica-documental en las bases de datos PubMed, ScienceDirect, EBSCO, SCielo. Se consultaron 53 fuentes, de las cuales se seleccionaron 32 en función del objetivo propuesto.

**Análisis y síntesis de la información:** El virus ha sido en heces fecales, hisopados rectales y en aguas residuales de diferentes países. Ambos medios podrían ser una preocupación para la transmisibilidad aunque existan bajas cargas virales en ellos. Con el auxilio de técnicas moleculares se ha detectado en aguas crudas una concentración de hasta  $10^6$  copias por litro. Mientras que en aguas residuales tratadas la cifra ha sido de  $10^5$  copias por litro.

**Conclusiones:** Aunque no existen evidencias de transmisión fecal-oral, fecal-nasal o mediante las aguas residuales, sí constituyen una fuente potencial de transmisión a demostrar. Resulta necesario un método estandarizado para la detección de SARS-CoV-2 en aguas residuales, realizar estudios de prevalencia, no solo en ese medio sino en las operaciones y procesos de tratamiento de agua. En Cuba existe potencial para el monitoreo

y control de la enfermedad en la población, así como para el empleo de la vigilancia epidemiológica basada en aguas residuales,

**Palabras clave:** coronavirus SARS-CoV-2; aguas residuales; vigilancia epidemiológica.

## ABSTRACT

**Introduction:** Wastewater is a route for the transmission of many diseases, including viral infections. Wastewater-based epidemiological surveillance has been used to monitor and control Norovirus GII.17, poliovirus.

**Objective:** Explore into SARS-CoV-2 detection in wastewater, its prevalence, the evidence of its transmission and its potential use for epidemiological surveillance on various spatial scales.

**Methods:** A bibliographic and document review was carried out in the databases PubMed, ScienceDirect, EBSCO and SciELO. A total 53 sources were consulted, of which 32 were selected based on the objective set.

**Analysis and synthesis of results:** The virus has been detected in fecal matter, rectal swabs and in wastewater from different countries. Both media could be a reason for concern in terms of transmissibility, despite the low viral loads they carry. Molecular techniques have revealed the presence of as many as copies per liter in raw water, whereas treated wastewater has been found to contain copies per liter.

**Conclusions:** Though no evidence is available of fecal-oral, fecal-nasal or wastewater transmission, these routes are a potential source of transmission awaiting substantiation. A standardized method is required for SARS-CoV-2 detection in wastewater. Prevalence studies should be conducted not only in this medium, but also in water treatment operations and processes. In Cuba there is potential for the surveillance and control of the disease in the population, as well as for the use of wastewater-based epidemiological surveillance.

**Keywords:** coronavirus SARS-CoV-2; wastewater; epidemiological surveillance.

Recibido: 11/06/2020

Aceptado: 10/08/2020

## Introducción

El nuevo coronavirus SARS-CoV-2 es la fuente de la enfermedad conocida como COVID-19, que emergió en China, en Wuhan, provincia de Hubei, en diciembre de 2019 y fue declarada como pandemia por la Organización Mundial de la Salud (OMS) el 11 de marzo de 2020, fecha en que se diagnosticaron en Cuba los primeros casos, en ciudadanos provenientes de Italia.<sup>(1)</sup>

Hasta la primera quincena de junio de 2020 existían 185 países del mundo afectados por la enfermedad, con 7,06 millones de personas diagnosticadas como positivos, 2 211 de ellos en Cuba. Ya había cobrado la vida a 4,06 mil personas, 83 cubanos.

De 68 (3,07 %) de los pacientes diagnosticados en Cuba, no se conoce la fuente de infección, por lo que es imprescindible valorar otras posibles vías de contagio, dada la importancia que tienen los casos asintomáticos en esta pandemia,<sup>(2,3)</sup> que en el caso de Cuba se corresponde con el 52,9 % de los confirmados. Del total de transmisiones, del 6 % al 25 % se originan en personas que no presentan síntomas.<sup>(4)</sup>

En Cuba se prioriza la salud pública como derecho del pueblo y se mantiene una exitosa política preventiva. A partir del 11 de marzo el enfrentamiento a la COVID-19 se ha desarrollado mediante una estrategia elaborada antes de su llegada a la isla. La misma se basa en el aislamiento social para cercar al virus. Paralelamente, se identifican los contagiados y se delimitan sus contactos. Lo primero se logra mediante técnicas sugeridas por la OMS como son la reacción en cadena de la polimerasa para ARN virus (RT-PCR – de las siglas en inglés *retro transcriptase polimerase chain reaction*) en tiempo real y pruebas inmuno-cromatográficas para la detección del SARS-CoV-2.<sup>(5)</sup>

Durante el breve lapso de tiempo transcurrido a partir de la llegada de esta entidad viral al país se han recopilado, de forma detallada, los síntomas asociados a la COVID-19. Destacan al respecto: secreción y goteo nasal, tos seca, fatiga, dolor de garganta y de cabeza, fiebre, escalofríos y malestar general, dificultad para respirar (disnea). A los mismos se han sumado las afectaciones gastrointestinales.<sup>(6,7,8)</sup> Se afirma que en un rango comprendido del 2 % al 10 % de los afectados tenía síntomas gastrointestinales.<sup>(6)</sup>

Se ha reportado la presencia de SARS-CoV-2 en heces<sup>(6,9)</sup> e hisopados rectales,<sup>(6,10)</sup> de pacientes a los cuales no se les detectó la entidad en vías respiratorias después de haber sido dados de alta por haber resuelto la neumonía, resultado que motivó el reingreso de los mismos en Wuhan.<sup>(6)</sup> También se ha reportado la presencia del virus en pacientes fallecidos por la enfermedad.<sup>(9)</sup> En una minuciosa revisión se ratifica la presencia del virus en heces

fecales, hallazgo confirmado por PCR. La misma, no obstante, plantea la necesidad de profundizar al respecto dado el reducido número de casos estudiados.<sup>(11)</sup> Pese a la limitante mencionada, este resultado tiene un enorme valor para la comunidad científica, porque por esa vía el destino final del agente causal es el ambiente y constituye una alerta para el estudio de su prevalencia en este y la posibilidad de que constituya una nueva fuente de contaminación, diferente a las reconocidas actualmente, como las gotículas de saliva,<sup>(3)</sup> las cuales pueden transmitirse de persona a persona o al tocar superficies contaminadas por estas.

La detección del SARS-CoV-2 en aguas residuales, como una vía para la vigilancia y el control de esta y otras enfermedades, de posibles poblaciones contagiadas con el virus, ayudaría, no solo a su detección temprana, sino a evitar su propagación en dichas áreas o de éstas a otras.<sup>(12,13)</sup>

En Italia, un monitoreo de aguas residuales proporcionó evidencia de que una nueva variante de Norovirus GII.17 (denominada Kawasaki 2014) había estado circulando en la población italiana antes de su primera aparición e identificación en casos clínicos, convirtiéndose luego en una de las variantes prevalentes en la población, también en Israel se pudo detectar la reintroducción silenciosa de un virus en 2013, a través de la vigilancia ambiental de rutina realizada en muestras de aguas residuales, la presencia de poliovirus salvaje de tipo 1, aun cuando no se había reportado ningún caso clínico.<sup>(14)</sup>

Esta revisión ha tenido como objetivo explorar sobre la detección del SARS-CoV-2 en aguas residuales, su prevalencia, las evidencias de transmisión y su uso potencial para la vigilancia epidemiológica a diferentes escalas espaciales.

## **Análisis y síntesis de la información**

### **Las heces humanas y la orina como fuente de infección a la COVID-19**

Se plantea que las heces fecales pueden constituir una fuente de infección,<sup>(3,11,12)</sup> por el hallazgo de virus viables en heces de varios pacientes; también porque se cree que el SARS-CoV-2 tenga una baja dosis infecciosa, de modo que aun bajas cargas virales en las heces podrían ser una preocupación para la transmisibilidad. Los autores agregan, a favor de la transmisión fecal-oral, la presencia de receptores de la enzima convertidora de angiotensina 2 (ACE2) en el tracto intestinal, en células de la cavidad oral y el esófago. Dicha enzima se

ha identificado como el receptor del huésped que interactúa con la proteína de las espículas para propiciar el tránsito intracelular del SARS-CoV-2.<sup>(11)</sup> Aspecto pendiente de corroboración mediante métodos científicos. También se ha teorizado en cuanto a su transmisión de forma fecal-vías respiratorias, por inhalación de partículas de heces con presencia de virus viables, en forma de gotas de aerosol,<sup>(6)</sup> lo cual también constituye una especulación a partir del hallazgo en heces fecales de pacientes enfermos con COVID-19 que no se debe pasar por alto, pero requerirá su futura confirmación mediante diseños experimentales adecuados. También se ha encontrado al SARS-CoV-2 en la orina de pacientes enfermos de COVID-19.<sup>(9,15)</sup>

### **Presencia del SARS-CoV-2 en aguas residuales**

El SARS-CoV-2 ha sido detectado en diferentes países, siendo el primero Holanda.<sup>(16,17)</sup> También ha sido hallado en Australia,<sup>(18)</sup> Estados Unidos, Francia e Italia,<sup>(14,19)</sup> en aguas residuales crudas(sin tratar)<sup>(14,18)</sup> provenientes tanto de áreas de alta circulación como de baja circulación del virus.<sup>(14)</sup> Con el auxilio de técnicas moleculares se ha detectado en aguas crudas una concentración de hasta  $10^6$  copias por litro. Mientras que en aguas residuales tratadas la cifra ha sido de  $10^5$  copias por litro.<sup>(12)</sup>

### **Métodos empleados para la detección del SARS-CoV-2 en aguas residuales**

El SARS-CoV-2 es un virus recubierto por una envoltura lipídica,<sup>(20)</sup> en la envoltura vírica se encuentran al menos tres estructuras proteicas: proteína M de membrana, proteína E cuya función principal es el ensamblaje viral, y la glicoproteína S en las espículas.<sup>(8)</sup>

Actualmente el diagnóstico clínico del virus SARS-CoV-2 se realiza con técnicas de RT-PCR (Reacción en cadena de la polimerasa con transcriptasa inversa) en tiempo real. Se recomienda hacerlo de forma secuencial. En primer lugar se utiliza una técnica de cribado para uno de los dos genes: el E o el N al nuevo coronavirus si resulta positiva se realiza una nueva RT-PCR de confirmación, frente a un fragmento genómico específico del COVID-19, como es el gen RdRp (de la RNA polimerasa RNA-dependiente).<sup>(8,21)</sup> A favor de la técnica RT-PCR se señalan el buen desempeño analítico, los bajos límites de detección, el amplio rango lineal de cuantificación y la excelente precisión. A estas ventajas se unen la rapidez, amplia variedad de plataformas de amplificación y mínimo riesgo de contaminación.<sup>(22)</sup>

No existe hasta el momento un método estandarizado para la determinación del SARS-CoV-2 en aguas residuales,<sup>(12,14)</sup> pese a su confirmación en las mismas, como se expresó antes. En la figura se propone el procedimiento conceptual que se ha seguido. Primero se concentra el virus, para incrementar la sensibilidad de su detección en dicho medio,<sup>(14,18)</sup> realizando una separación de fases, por diferentes métodos: la extracción directa del ARN mediante membranas electronegativas, la ultrafiltración, el método de polietilenglicol (PEG 8000)<sup>(18)</sup> el PEG/dextrana.<sup>(14)</sup> Se afirma que es limitada la información científica disponible para la recuperación de virus recubiertos con los métodos de concentración existentes, con particular énfasis en el SARS-CoV-2, por lo que habrá que evaluar las eficiencias de recuperación para determinar cuáles son más efectivas.<sup>(12)</sup>



**Fig.** - Esquema conceptual para la detección del SARS-CoV-2 en aguas residuales.

El método diseñado para establecer la concentración del virus PEG/dextrana en dos fases fue adaptado del procedimiento de la OMS para la vigilancia de Poliovirus. Las modificaciones fueron realizadas para adaptar el protocolo para virus con envoltura.<sup>(14)</sup> Luego de extraer el ARN viral, se realiza la purificación de los ácidos nucleicos para evitar la inhibición.<sup>(14)</sup> Posteriormente se lleva a cabo la detección del ARN del SARS-CoV-2, la cual ha sido realizada mediante secuenciación directa de productos qPCR o re-amplificación con PCR regular seguida de secuenciación,<sup>(12)</sup> mediante pruebas RT-PCR anidados, el adaptado para SARS-CoV-2 para la proteína de las espículas (el SARS-CoV-2Spike),<sup>(14)</sup> el ensayo de alto rango CoV ORF1ab. El nuevo método de ensayo, diseñado específicamente para este virus, que consiste en un PCR modificado (SARS-CoV-2ORF1ab). También se ha empleado el ensayo RT-qPCR (retro transcriptase quantitative PCR) en tiempo real, dirigido al gen RdRP, descrito por Corman y citado por *La Rosa* y otros.<sup>(14)</sup> El nuevo ensayo diseñado (SARS-CoV-2ORF1ab) mostró una sensibilidad superior en el gen RdRp, con relación al dirigido al gen de las espículas (SARS-CoV-2 Spike).<sup>(14)</sup>

Se llama la atención acerca de la necesidad de la determinación de la infectividad,<sup>(12,23)</sup> que es crucial para entender la remoción del virus durante el tratamiento de agua y su inactivación en el medio ambiente.<sup>(24)</sup> Se plantea que pueden ser útiles los ensayos de infectividad de cultivos celulares, específicamente el tratamiento con monoazida de etidio (EMA) o de propidio (PMA) seguido de RT-qPCR o de cultivo celular integrado EMA/PMA-RT-qPCR e ICC-RT-qPCR, para ese fin,<sup>(12,24,25)</sup> lo que, desde luego, necesita estudios para su adaptación y validación para el SARS-CoV-2.

### **Prevalencia del virus en aguas residuales**

Existen escasos datos de prevalencia del virus en aguas residuales, y los factores que influyen en su desactivación en las mismas, constituyendo este un elemento importante para la evaluación de riesgo para la salud humana.<sup>(12,26)</sup> Algunos resultados indican la influencia de la temperatura del agua en la persistencia del SARS-CoV-2, siendo esta menor a 20 °C que a 4 °C,<sup>(12,19)</sup> pero se requiere investigar su persistencia relacionándola con las condiciones climáticas y estacionales.<sup>(19)</sup> Tampoco existen resultados de investigaciones que demuestren la presencia de SARS-CoV-2 en aerosoles de instalaciones de aguas residuales, pero se demostró, a escala de laboratorio, que este virus puede mantenerse activo en aerosoles hasta 16 h.<sup>(12)</sup>

Hay evidencias de que los virus de esta familia son inestables en el ambiente y que son más susceptibles a oxidantes como el cloro, al pH y a la temperatura, que la mayoría de los virus entéricos sin envoltura.<sup>(12, 19)</sup> No obstante, es necesario demostrar la efectividad de las operaciones y procesos de tratamiento de aguas residuales, individual y colectivamente, en la desactivación del virus, aunque los procesos de desinfección han sido efectivos en su inactivación.

### **Vigilancia epidemiológica de la COVID-19 mediante la detección del virus en aguas residuales**

La presencia de individuos en la población, no identificados como positivos al virus, por estar asintomáticos o presintomáticos, constituye una fuente de infección para la comunidad. Esto hace difícil la detección de su circulación en éstas, pues escapan de la vigilancia sanitaria,<sup>(4,12)</sup> por lo que se precisa el diseño de estrategias para la detección y vigilancia de los casos asintomáticos o presintomáticos.<sup>(4)</sup> Una opción podría ser la vigilancia epidemiológica basada en aguas residuales.

Se estudia la factibilidad de sistemas de vigilancia de la prevalencia de la COVID-19 en poblaciones usando la epidemiología basada en aguas residuales.<sup>(13,14,27)</sup> El hallazgo del virus en el alcantarillado, aun cuando la prevalencia de la COVID-19 haya sido baja, indica que la epidemiología basada en aguas residuales pudiera ser una herramienta para el monitoreo de la circulación del virus en la población,<sup>(16,17)</sup> como se mostró ya con el poliovirus<sup>(17,27)</sup> y la hepatitis A.<sup>(27)</sup> Sin embargo, aún no se ha probado la transmisión del SARS-CoV-2 a partir de aguas residuales, porque es limitado aun el conocimiento científico acerca del rol de las mismas en la transmisión de la enfermedad, debido a incertidumbres en cuanto a: conocimiento en su ocurrencia, persistencia y eliminación en aguas residuales.<sup>(12)</sup>

La implementación de un sistema de vigilancia epidemiológica basado en aguas residuales ayudaría a la identificación de individuos infectados en poblados, ciudades y en áreas específicas de drenaje.<sup>(13,27)</sup> A nivel nacional e internacional ayudaría a comprender mejor la dinámica temporal y espacial de la prevalencia de enfermedades, la epidemiología molecular y la evolución del virus, así como la eficacia de las intervenciones de salud pública.<sup>(12)</sup>

Son numerosas las enfermedades que pueden transmitirse a través del agua, mediante diferentes organismos patógenos (helminthos, protozoos, bacterias y virus), En las provocadas por virus destacan: las hepatitis A y E, la gastroenteritis, la meningitis, infecciones respiratorias (adenovirus).<sup>(28)</sup>

La calidad sanitaria del agua se establece acorde a la presencia de coliformes termotolerantes y *E. coli*, en base a los valores máximos admisibles, tanto para agua potable<sup>(29)</sup> como para aguas residuales.<sup>(30)</sup> En las últimas se regulan dichos valores según la clasificación cualitativa de los receptores. Los coliformes termotolerantes y *E. coli* han sido seleccionados como indicador sanitario de microorganismos del agua porque se liberan continuamente y en gran cantidad al medio ambiente, provenientes de los intestinos humanos y animales, mantienen su vitalidad en el medio externo durante mayor período de tiempo que los microorganismos patógenos, son más resistentes al cloro que los causantes de una gran mayoría de infecciones.

La presencia de coliformes en agua indica su contaminación fecal, y la cantidad presente de estos permite juzgar acerca del grado de contaminación; sería contraproducente la determinación cuantitativa directa de los causantes de todas las infecciones debido a la diversidad de estos y a los trabajosos análisis.<sup>(31)</sup> No obstante, se asegura que se pueden usar también indicadores virales de contaminación, uno que mantenga niveles constantes en

aguas residuales pudiera servir como representante para el tamaño de población cuando se emplea la epidemiología basada en aguas residuales para estimar la proporción de población infectada durante un brote epidémico o pandémico, lo cual está sujeto a futuras investigaciones, no obstante, se señalan a los mastadenovirus humanos como candidatos por su fácil detección, culturabilidad y alta prevalencia en aguas residuales y en medios contaminados.<sup>(25)</sup>

El empleo de herramientas computacionales y la modelación pueden contribuir a la vigilancia epidemiológica del virus en aguas residuales, a diferentes escalas espaciales, sin reemplazar los análisis clínicos, constituyendo una vía más rápida, menos costosa y potencialmente robusta para el seguimiento del SARS-CoV-2. Hart y Halden usaron para ello distintas ecuaciones y programas existentes, algunos empleados anteriormente con otros objetivos y adaptados según los datos publicados disponibles, aunque tuvieron que asumir valores tales como: la persistencia del virus durante su desplazamiento por las tuberías, la cantidad de genes detectados mediante análisis molecular por litros de aguas residuales, entre otros. Para el análisis de costo solamente consideraron los referentes a los reactivos utilizados por ensayo.<sup>(27)</sup>

El uso de simulaciones de Monte Carlo permitió determinar el número de individuos infectados en una cuenca. Los resultados obtenidos se correspondieron de modo razonable con las observaciones clínicas.<sup>(18)</sup>

El simulador EPANET tiene potencial para ser usado para evaluar la calidad del agua potable que se distribuye, considerando focos de potenciales contaminantes. El programa tiene la posibilidad de incorporar mapas con sistemas de distribución de agua. Pueden variarse características del agua, la temperatura por ejemplo. También se puede variar la composición de determinado contaminante. Habría que introducir datos específicos del SARS-CoV-2. También puede usarse Matlab combinado con AutoCAD y/o con sistemas de información geográficos.

En Cuba, la mayoría de los pacientes asintomáticos y presintomáticos han estado, posiblemente, en centros de aislamiento. Sin embargo, existe un número de pacientes confirmados de los que no se conoce aún la fuente de contagio, 4,1 % hasta la primera quincena de junio, por eso no se descarta que un número de ellos no haya sido detectado y estén contribuyendo a la diseminación del virus en la población<sup>(4)</sup> y a que existan áreas ciegas para el monitoreo de la epidemia con el uso de técnicas tradicionales, a veces por carecer de ellas. Se plantea que aproximadamente el 60 % de los asintomáticos pudieran

conducir a un segundo brote,<sup>(13)</sup> lo cual en el país, dadas las medidas antes mencionadas, se espera que no ocurra o que pueda reducirse el riesgo.

El desarrollo de este importante y prometedor sistema de vigilancia requiere de un trabajo integrado de varios campos de investigación relacionados para hacerlo factible y viable.

### **Potencialidades para el empleo en Cuba de la vigilancia epidemiológica para la detección temprana de la COVID-19 a partir de las aguas residuales**

El abastecimiento centralizado de agua potable, de forma continua, es más seguro desde el punto de vista sanitario. En Cuba el abastecimiento de agua es discontinuo, esto constituye un riesgo de contaminación con aguas residuales, por el deterioro de las redes y la entrada de agua, proveniente de salideros, a las tuberías de acueducto al producirse un vacío en éstas al detenerse el bombeo.<sup>(32)</sup>

Otros riesgos lo constituyen los pozos individuales, los cuales resultan un sistema vulnerable a la contaminación bacteriológica y virológica, a consecuencia de las prácticas inadecuadas en el manejo del líquido y a la incorrecta microlocalización de las letrinas sanitarias construidas sin asesoría técnica.<sup>(32)</sup>

Constituyen riesgos de infección además: el consumo o contacto con cultivos que sean regados con aguas contaminadas<sup>(32)</sup> y el contacto de las personas con las mismas,<sup>(17)</sup> incluyendo a los trabajadores de acueducto y alcantarillado y de comunales.<sup>(12)</sup>

Durante el enfrentamiento a la pandemia de la COVID-19 en Cuba se han creado diferentes herramientas, de gran utilidad, para la vigilancia epidemiológica, el control y la planificación, entre ellas modelos estadísticos. Uno de ellos combinado con aplicaciones computacionales, que permite evaluar la severidad de la transmisión de la enfermedad. Ésta se puede medir utilizando el número reproductivo R, número promedio de casos secundarios de la enfermedad causados por un individuo infectado en el transcurso del periodo infeccioso, dicho número ha cambiado durante el curso de la epidemia en el país, debido a la implementación de medidas de control, entre otros factores.<sup>(1)</sup> Si a las medidas aplicadas se suma la vigilancia basada en aguas residuales, probablemente esta influirá en dicho valor y las intervenciones y el control de la enfermedad podrán resultar más efectivos.

Se han desarrollado también un sistema Geo-referenciado para la gestión sanitaria y una propuesta para el análisis espacial de la población vulnerable, que se pretende integrar con los resultados de otras tres dimensiones del esquema de investigación: vulnerabilidad grupos de riesgo de enfermedades, vulnerabilidad por transmisión y localización de casos positivos,

para sugerir intervenciones más específicas, tales como: dónde aplicar el test de diagnóstico y la reorientación de las pesquisas.<sup>1</sup> Lo anterior pudiera combinarse con el esquema del sistema de alcantarillado y la ubicación de puntos de vertimiento al ambiente, lo que facilitaría la selección de sitios de muestreo, no sólo para la detección temprana de la enfermedad en áreas de alta vulnerabilidad, sino de los nuevos focos que pudieran ocurrir por el vertimiento,<sup>(13)</sup> generándose, a partir de esta información medidas de control.

Probablemente la herramienta que más ayudaría a la valoración de las zonas con riesgo potencial de afectación por vertimientos de aguas residuales crudas sería el Sistema Andariego del Grupo GeoCuba, que actualmente facilita el trabajo desde el área de salud, con datos geospaciales, e información geográficamente referenciada, para la detección de brotes, seguimiento y análisis epidemiológico,<sup>(1)</sup> porque el monitoreo del SARS-CoV-2 en aguas residuales, combinado con dicha información permitiría comprender mejor la circulación del virus y comparar los datos obtenidos por epidemiología basada en aguas residuales con los datos clínicos,<sup>(14)</sup> complementando a éstos con aquellos.<sup>(13)</sup>

### **Conclusiones**

El SARS-CoV-2 ha sido detectado en heces fecales e hisopados rectales de pacientes activos y fallecidos de la enfermedad COVID-19 y la transmisión fecal-oral es una vía potencial de infección.

Se ha detectado la presencia del SARS-CoV-2 en aguas residuales de varios países con presencia de la enfermedad pero no se ha probado que esta sea una vía de infección.

No existe hasta el momento un método estandarizado para la determinación del SARS-CoV-2 en aguas residuales.

Se requiere hacer estudios de infectividad y de prevalencia del virus en aguas residuales, receptores de éstas y aguas tratadas.

Futuros estudios deben valorar la efectividad de las operaciones y procesos de tratamiento de agua en la eliminación de este virus.

La epidemiología basada en aguas residuales pudiera ser una herramienta para el monitoreo de la presencia y circulación del virus en la población.

En Cuba existe potencial para el empleo de la epidemiología basada en aguas residuales para el monitoreo y control del SARS-CoV-2.

## Referencias bibliográficas

1. Más P, Vidal MJ, Baldoquín W, Seuc AH, Guinovart R, Noriega V. Lucha anti epidémica en la COVID-19 en Cuba. Organización de la investigación epidemiológica [Serie en internet] Infodir. 2020 [acceso: 30/05/2020];(32). Disponible en: <https://www.revinfodir.sld.cu/index.php/infodir/article/view/831>
2. COVID-19/Noticias. La Habana, Cuba. Parte del día 9 de junio a las 12 de la noche. 2020; c2020 [acceso: 10/06/2020]. Disponible en: <https://salud.msp.gob.cu/?s=9+de+junioawwa>
3. Wu D, Wu T, Liu Q, Yang Z. The SARS-CoV-2 outbreak: What we know. IJID [Preprint]. 2020 [acceso: 10/06/2020];94:44-8. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1201971220301235>; <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2020.03.004>
4. Rodríguez-Labrada R, Vazquez-Mojena Y, Velázquez-Pérez L. Transmisión asintomática y presintomática del SARS-CoV-2: la cara oculta de la COVID-19. Anales de la Academia de Ciencias de Cuba. 2020 [acceso: 10/06/2020];10(2: especial COVID-19). Disponible en: <http://revistaccuba.sld.cu/index.php/revacc/article/view/770/807>
5. Infomed. Temas de salud. La Habana, Cuba. La efectiva estrategia cubana, cercar al virus por todos los flancos; c2020 [acceso: 10/06/2020]. Disponible en: <https://temas.sld.cu/coronavirus/2020/05/26/la-efectiva-estrategia-cubana-cercar-al-virus-por-todos-los-flancos/>
6. Wang X, Zhou Y, Jiang N, Zhou Q, Ma W-L. Persistence of intestinal SARS-CoV-2 infection in patients with COVID-19 leads to re-admission after pneumonia resolved. IJID [Serie en internet]. 2020 [acceso: 10/06/2020];95:433-5. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1201971220302794>
7. Espinosa-Brito A. COVID-19: rápida revisión general. Anales de la Academia de Ciencias de Cuba. 2020 [acceso: 10/06/2020];10(2: especial COVID-19). Disponible en: <http://revistaccuba.sld.cu/index.php/revacc/article/view/828/844>
8. Moroto MC, Piédola G. Los coronavirus. Anales RANM. Año 2019. 2020 [acceso: 03/06/2020]; 136(03):235-8. Disponible en: [https://analesranm.es/wp-content/uploads/2019/numero\\_136\\_03/pdfs/ar136-rev01.pdf](https://analesranm.es/wp-content/uploads/2019/numero_136_03/pdfs/ar136-rev01.pdf)
9. Xiao F, Sun J, Xu Y, Li F, Huang X, Li H, et al. Infectious SARS-CoV-2 in feces of patient with severe COVID-19. Emerg Infect Dis [Serie en internet]. 2020 Ag [acceso: 10/06/2020]; 26(8). Disponible en: [https://wwwnc.cdc.gov/eid/article/26/8/20-0681\\_article](https://wwwnc.cdc.gov/eid/article/26/8/20-0681_article)

10. Xu Y, Li X, Zhu B. Characteristics of pediatric SARS-CoV-2 infection and potential evidence for persistent fecal viral shedding. *Nat Med.* [Serie en internet] 2020 [acceso: 10/06/2020];(26):502-5. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s41591-020-0817-4>
11. Amirian ES. Potential fecal transmission of SARS-CoV-2: Current evidence and implications for public health. *IJID.* [Serie en internet] 2020 [acceso: 10/06/2020];(95):363-70. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2020.04.057>
12. Kitajima M, Ahmed W, Bibby K, Carducci A, Gerba CP, Hamilton KA, et al. SARS-CoV-2 in wastewater: State of the knowledge and research needs. *Sci Tot Environ* [Preprint].] 2020 STOTEN 139076 [acceso: 10/06/2020]:139076. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139076>
13. Mao K, Zhang K, Du W, Ali W, Feng X, Zhang H. The potential of wastewater-based epidemiology as surveillance and early warning of infectious disease outbreaks. *Current Opinion in Environmental Science & Health* [Serie en internet]. 2020 [acceso: 10/06/2020];17:1-7. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.coesh.2020.04.006>
14. La Rosa G, Iaconelli M, Mancini P, Bonanno Ferraro G, Veneri C, Bonadonna L, et al. First detection of SARS-CoV-2 in untreated wastewaters in Italy. *Sci.Total Environ* [Serie en internet]. 2020 [acceso: 10/06/2020];736:139652. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139652>
15. Sun J, Zhu A, Li H, Zheng K, Zhuang Z, Chen Z, et al. Isolation of infectious SARS-CoV-2 from urine of a COVID-19 patient. *Emerg. Microbes Infect* [Serie en internet] 2020 [acceso: 10/06/2020];9(1):991-3. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/22221751.2020.1760144>
16. Medema G, Heijnen L, Elsinga G, Italiaander R, Brouwer A. Presence of SARS-Coronavirus-2 in sewage. *MedRxiv.* [Serie en internet]. 2020 [acceso: 10/06/2020]. Disponible en: <http://medrxiv.org/content/early/2020/03/30/2020.03.29.20045880>
17. Lodder W, de Roda Husman AM. SARS-CoV-2 in wastewater: potential health risk, but also data source. *Lancet Gastroenterol Hepatol* [Serie en internet]. 2020 [acceso: 10/06/2020];5(6):533-4. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S2468-1253\(20\)30087-X](https://doi.org/10.1016/S2468-1253(20)30087-X)
18. Ahmed W, Angel N, Edson J, Bibby K, Bivins A, O'Brien JW, et al. First confirmed detection of SARS-CoV-2 in untreated wastewater in Australia: A proof of concept for the wastewater surveillance of COVID-19 in the community. *Sci Tot Environ.* 2020 [acceso: 10/06/2020];728:138764. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S246812532030087X>; <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138764>.

19. La Rosa G, Bonadonna L, Lucentini L, Kenmoe S, Suffredini E. Coronavirus in water environments: Occurrence, persistence and concentration methods - A scoping review. *Water Res.* [Serie en internet]. 2020 [acceso: 30/05/2020];179:115899. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004313542030436X>
20. INFOMED. La Habana, Cuba. Los colutorios podrían ser útiles frente al SARS-CoV-22020. *Al Día. Noticias de Salud.* [acceso: 06/03/2020]. Disponible en: <http://www.sld.cu>
21. Organización Panamericana de la Salud (OPS). Directrices de laboratorio para la detección y diagnóstico de la infección con el nuevo coronavirus 2019 (2019-nCoV). 2020 [acceso: 10/06/2020]. Disponible en: <http://www.paho.org>
22. Rodríguez L, Montalvo MC, Sariago S, Bello M, Mora E, Kourí V, et al. Reacción en cadena de la polimerasa en tiempo real para la cuantificación del ADN del virus de la hepatitis B. *Rev Cubana Med Trop* [Serie en internet]. 2012 [acceso: 10/06/2020];64:290-303. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0375-07602012000300009&nrm=iso](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0375-07602012000300009&nrm=iso)
23. Randazzo W, Truchado P, Cuevas-Ferrando E, Simón P, Allende A, Sánchez G. SARS-CoV-2 RNA in wastewater anticipated COVID-19 occurrence in a low prevalence area. *Water Res.* [Preprint]. 2020. WR 115942 139076 [acceso: 10/06/2020] 181:115942. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0043135420304796>; <https://doi.org/10.1016/j.watres.2020.115942>
24. Farkas K, Mannion F, Hillary LS, Malham SK, Walker DI. Emerging technologies for the rapid detection of enteric viruses in the aquatic environment. *Current Opinion in Environmental Science & Health.* 2020 [acceso: 10/06/2020];16:1-6. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2468584420300088>; <https://doi.org/10.1016/j.coesh.2020.01.007>
25. Farkas K, Walker DI, Adriaenssens EM, McDonald JE, Hillary LS, Malham SK, et al. Viral indicators for tracking domestic wastewater contamination in the aquatic environment. *Water Res.* [Serie en internet] 2020 [acceso: 10/06/2020];181:115926. Disponible en: <https://10.1016/j.watres.2020.115926>
26. Nghiem LD, Morgan B, Donner E, Short MD. The COVID-19 pandemic: Considerations for the waste and wastewater services sector. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering (CSCEE).* [Serie en internet] 2020 [acceso: 10/06/2020];1:100006. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666016420300049>

27. Hart OE, Halden RU. Computational analysis of SARS-CoV-2/COVID-19 surveillance by wastewater-based epidemiology locally and globally: Feasibility, economy, opportunities, and challenges. *Sci Tot Environ* [Serie en internet]. 2020 [acceso: 10/06/2020];730(138875). Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138875>
28. González MI, Chiroles S. Uso seguro y riesgos microbiológicos del agua residual para la agricultura *Rev Cubana Salud Pública*. [Serie en internet]. 2010 [acceso: 10/06/2020];37(1):61-73. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-34662011000100007](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662011000100007)
29. NC 827 2017. Agua potable-Requisitos sanitarios. La Habana, Oficina Nacional de Normalización (NC), 2017. p. 12.
30. NC 27 2012. Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestre y al alcantarillado-Especificaciones. La Habana, Cuba: Oficina Nacional de Normalización (NC), 2012. p. 14.
31. Kariújina TA, Gurbanova IN. Química del agua y microbiología. Moscú, URSS: Stroyizdat; 1995.
32. Escalona E, Lorente Y, Yáñez AC. Relación del saneamiento básico ambiental y las enfermedades diarreicas agudas. Área de salud Yara, 2019. *REDEL Revista Granmense de Desarrollo Local* [Serie en internet]. 2020 [acceso: 10/06/2020];16:333-46. Disponible en: <https://revistas.udg.co.cu/index.php/redel/article/download/1473/2598>

### **Conflicto de intereses**

No existe conflicto de intereses.