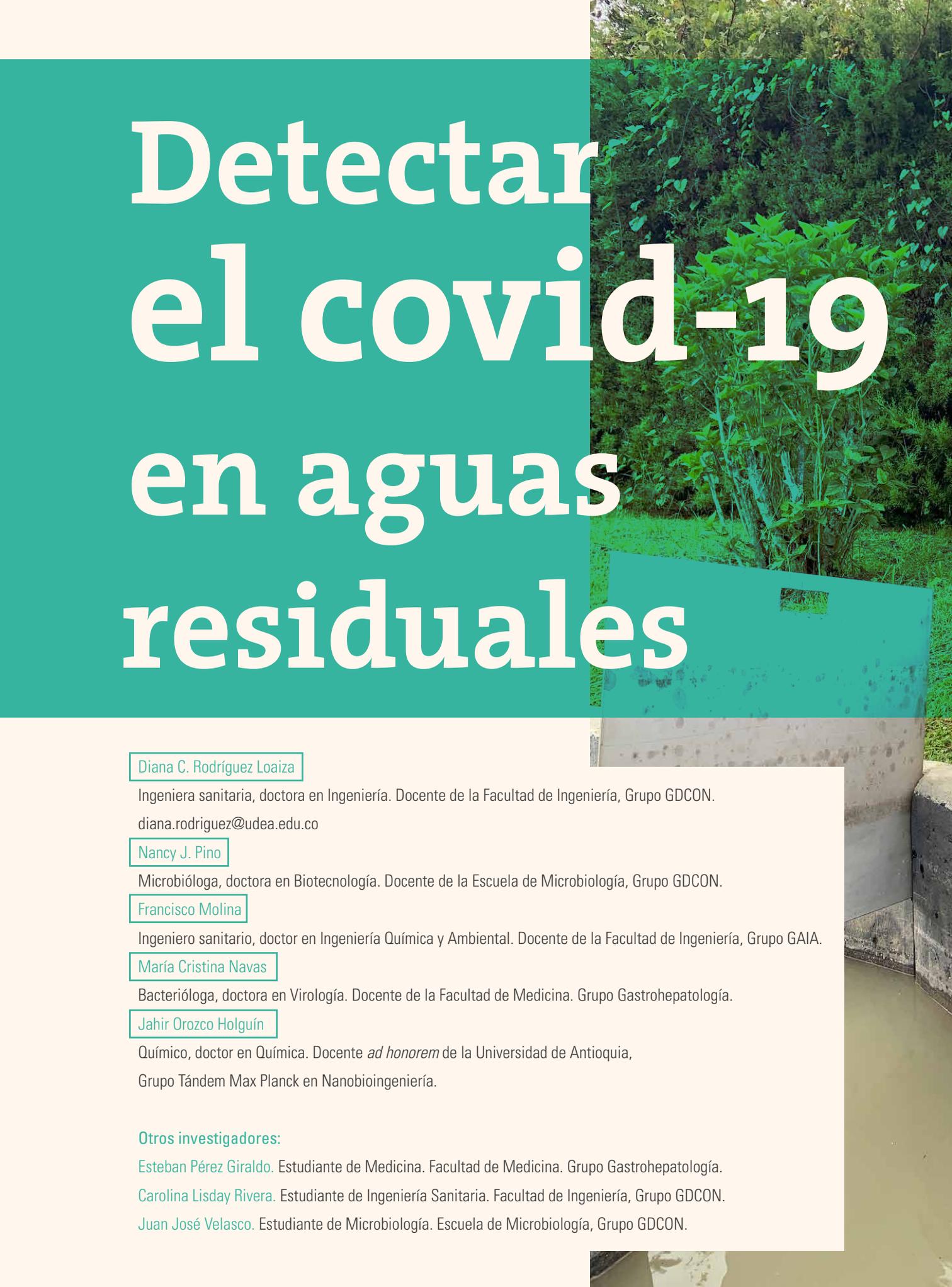


Detectar el covid-19 en aguas residuales



Diana C. Rodríguez Loaiza

Ingeniera sanitaria, doctora en Ingeniería. Docente de la Facultad de Ingeniería, Grupo GDCON.
diana.rodriguez@udea.edu.co

Nancy J. Pino

Microbióloga, doctora en Biotecnología. Docente de la Escuela de Microbiología, Grupo GDCON.

Francisco Molina

Ingeniero sanitario, doctor en Ingeniería Química y Ambiental. Docente de la Facultad de Ingeniería, Grupo GAIA.

María Cristina Navas

Bacterióloga, doctora en Virología. Docente de la Facultad de Medicina. Grupo Gastrohepatología.

Jahir Orozco Holguín

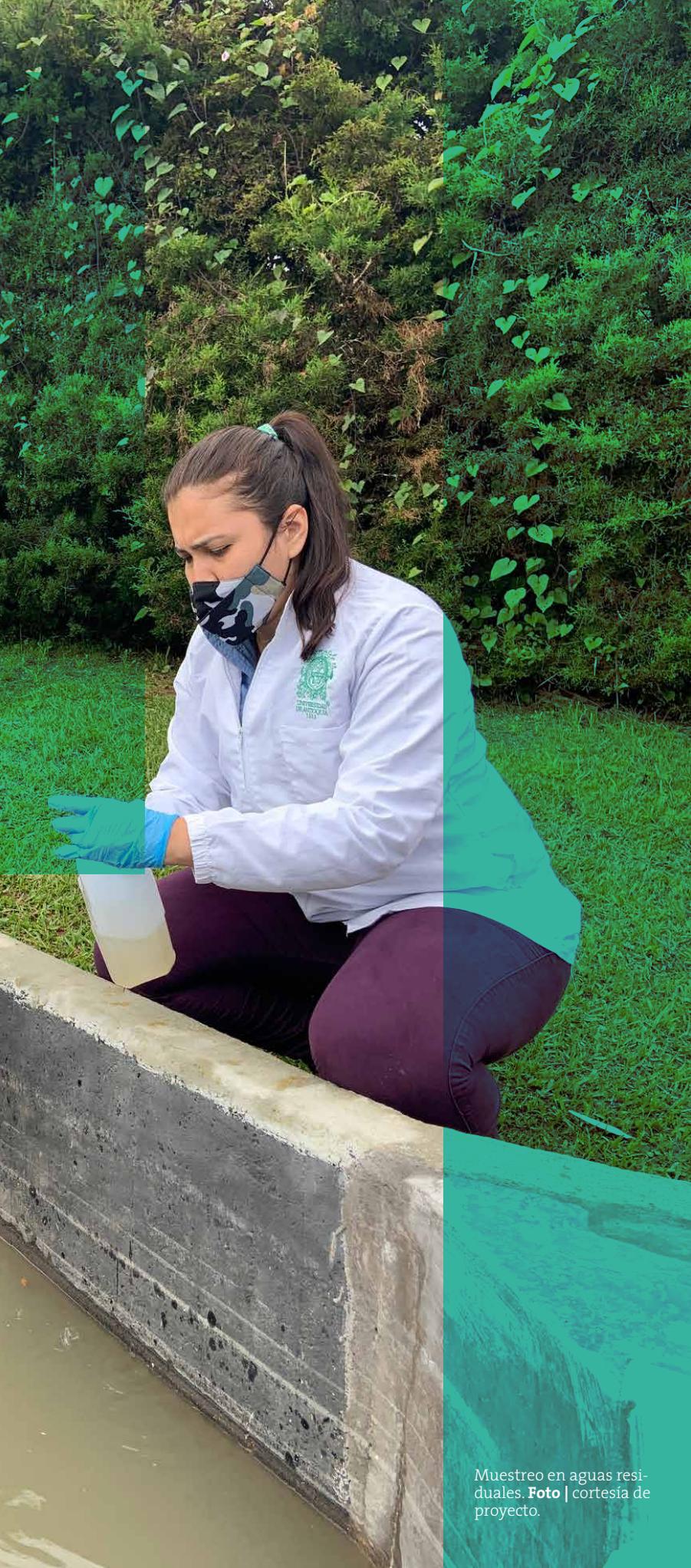
Químico, doctor en Química. Docente *ad honorem* de la Universidad de Antioquia,
Grupo Tándem Max Planck en Nanobioingeniería.

Otros investigadores:

Esteban Pérez Giraldo. Estudiante de Medicina. Facultad de Medicina. Grupo Gastrohepatología.

Carolina Lisday Rivera. Estudiante de Ingeniería Sanitaria. Facultad de Ingeniería, Grupo GDCON.

Juan José Velasco. Estudiante de Microbiología. Escuela de Microbiología, Grupo GDCON.



Muestreo en aguas residuales. **Foto** | cortesía de proyecto.

Enfrentar una pandemia como la del covid-19 requiere detectar la presencia del virus en una comunidad de la manera más eficiente posible. La detección del covid en aguas residuales permite esa amplitud en el muestreo mientras mantiene altos niveles de confiabilidad.

A

Al finales de 2019, un brote de una nueva enfermedad respiratoria, que luego sería denominado síndrome de dificultad respiratoria aguda por coronavirus (SARS-CoV-2) apareció en la ciudad china de Wuhan. La enfermedad, hoy conocida mundialmente como covid-19, se esparció a otras ciudades en China y posteriormente a todo el mundo, hasta llegar a ser declarada pandemia por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

El SARS-CoV-2 es un virus ARN, es decir, su material genético es más sencillo que el ADN, lo cual hace que tenga mayor probabilidad de presentar mutaciones a medida que se va replicando. Por otro lado, es un virus envuelto, significa que tiene una membrana compuesta por lípidos, que lo hace más lábil o débil a condiciones del medio externo tales como la temperatura o la humedad. Esa membrana es atravesada por tres proteínas, que son denominadas con letras: S, M y E.

En un proceso fascinante de estas minúsculas estructuras, una parte de la proteína E de la membrana del virus, conocida como glicoproteína Spike (S), se une a un receptor específico en nuestras células. Para poderse unir requiere la acción de una enzima (ECA II) que le permite al virus en contacto ingresar a las células e iniciar el proceso de replicación para producir más partículas infecciosas, que van a infectar otras células adyacentes o a ser expulsadas al ambiente para, eventualmente, infectar a otras personas.

Sabemos que una vez el virus ingresa a nuestro cuerpo por medio de las vías respiratorias y llega a los pulmones, puede comenzar a diseminarse por la sangre hacia otros órganos y sistemas, como los intestinos delgado y grueso. Allí puede continuar su proceso de replicación, para luego ser expulsado en las heces de los individuos infectados. Esto permite entender por qué algunos individuos presentan, además de los síntomas respiratorios, síntomas gastrointestinales.

También por esto, la enzima que mencionamos antes, la ECA II, se encuentra expresada en múltiples tejidos y órganos de nuestro cuerpo;

Sabemos que el covid-19
 ingresa al cuerpo a través
 de las vías respiratorias,
 pero desde allí, y a través
 de la sangre, llega a
 otros órganos y sistemas,
 incluyendo los intestinos
 delgado y grueso.

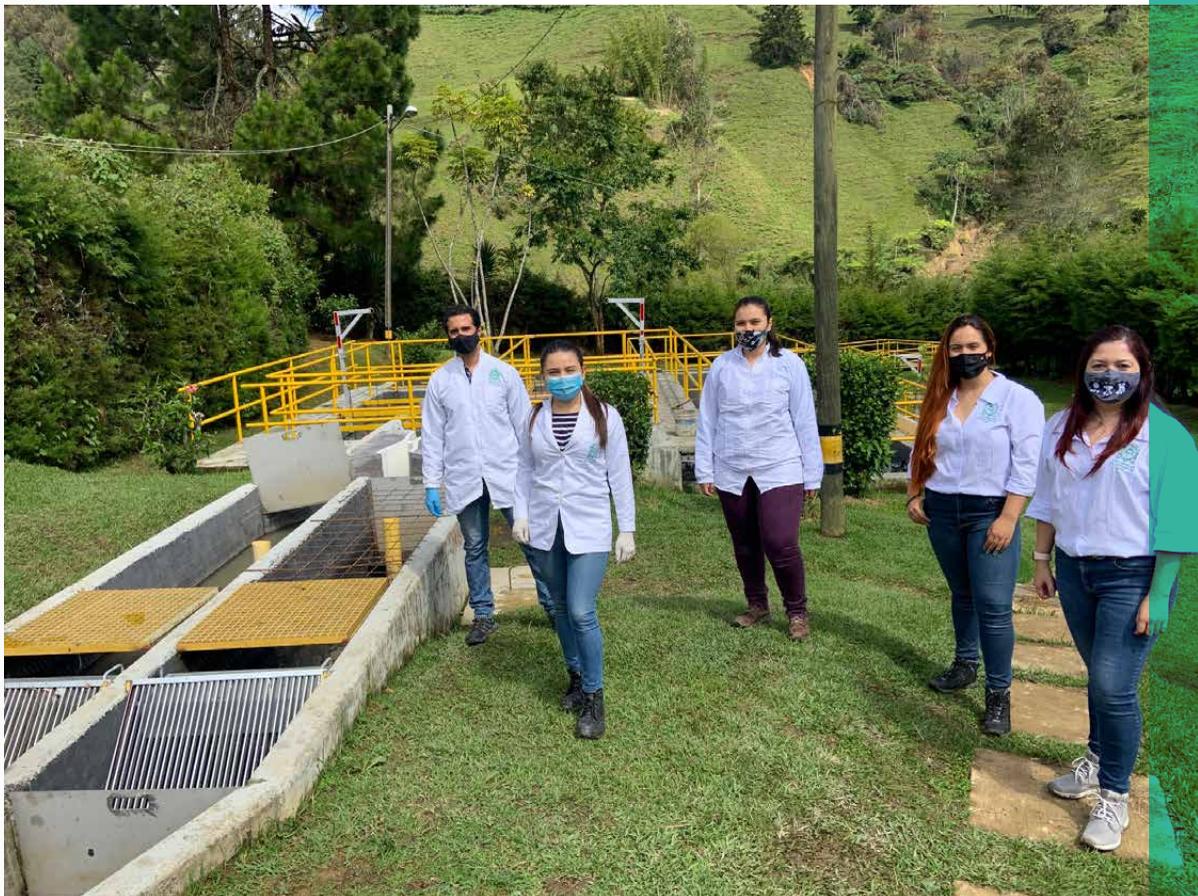
especialmente en el intestino delgado, el intestino grueso, los pulmones, riñones, conductos biliares y el sistema nervioso central.

En 2020, un estudio realizado en China encontró que, de 95 pacientes infectados por SARS-CoV-2 que fueron incluidos, 58, es decir, el 61 %, presentaron síntomas gastrointestinales como diarrea, náuseas y pérdida del apetito. Además, se encontraron partículas virales en las heces del 48 % de los pacientes analizados. Otras investigaciones sugieren que un individuo infectado puede excretar partículas virales hasta 47 días luego del inicio de los síntomas y permanecer infeccioso hasta 14 días después.

La vigilancia de las aguas residuales como estrategia epidemiológica

Una de las estrategias para el control de la pandemia de SARS-CoV-2 es la identificación de personas infectadas y sus posibles contactos, mediante la detección del genoma del virus o de anticuerpos dirigidos contra el virus. Sin embargo, sabemos que hay un porcentaje importante de personas que desarrollan infección asintomática, y dado que no es posible hacer pruebas a toda la población, se puede concluir que la proporción real de personas infectadas en los diferentes países, incluido Colombia, es mayor de lo que indican los reportes oficiales.

Planta de tratamiento de aguas residuales. **Foto** | cortesía de proyecto.



Por esta razón, se hizo necesario buscar estrategias que permitan realizar el seguimiento a la población de forma masiva, no invasiva y de bajo costo, para de esta manera tomar las medidas de control que sean acordes con la situación. Además, la detección temprana de casos de covid-19 en las poblaciones como herramienta de seguimiento epidemiológico es fundamental para la gestión de la salud pública en los «municipios no-covid» o con baja incidencia de la enfermedad.

Cuatro grupos de investigación analizaron las aguas residuales en los municipios de Granada, Marinilla y San Vicente Ferrer, para detectar, cuantificar y hacerle seguimiento al covid-19.

Es aquí donde se entiende la importancia del monitoreo del SARS-CoV-2 en aguas residuales, que permite, a partir de muestras recolectadas en plantas de tratamiento de ciertos municipios, hacer la detección, cuantificación y seguimiento del virus. La presencia del virus en las aguas residuales indica la circulación del virus en la población y permite alertar de forma temprana a las autoridades frente a la presentación en el corto plazo —y hablamos de días— de casos positivos. De otro lado, la herramienta propuesta permite identificar las zonas donde se presenta circulación del virus y brindar información oportuna a las autoridades de salud.

Este tipo de alternativas también son conocidas como *estudios epidemiológicos basados en aguas residuales* (WBE, por sus siglas en inglés), que en décadas anteriores fueron de gran utilidad para conocer y estudiar el comportamiento de otras infecciones como las causadas por el virus del polio, rotavirus y norovirus.

Estos estudios basados en aguas residuales tienen grandes ventajas, como la posibilidad de ser realizados en población general, su accesibilidad y su bajo costo. Además, desde el punto de vista de salud públi-



Muestreo en aguas residuales. Foto | cortesía de proyecto.



Muestreo en aguas residuales. **Foto** | cortesía de proyecto.

ca, permiten cuantificar el grado de infección en la población, tanto en casos asintomáticos como sintomáticos, y generar una alerta temprana para la toma de decisiones de manera oportuna para que tengan repercusiones positivas en dicha población.

Aplicación en municipios de Antioquia

Este proyecto fue planteado principalmente a los municipios de Antioquia, como un método imparcial para evaluar la propagación de la infección en diferentes áreas, incluso en lugares los recursos para el diagnóstico clínico son limitados y cuando los sistemas de información no están disponibles o no son factibles. Este sistema de vigilancia ambiental podría utilizarse como un instrumento para la toma de decisiones que permitan reducir el impacto de modificaciones en las estrategias de cuarentena. De hecho, una pregunta muy importante es *¿qué estrategia*

se debe implementar si se quiere tener datos confiables para reducir el riesgo de una «siguiente ola»?

Las pruebas masivas en la población son la primera elección, pero en su ausencia, la monitorización del genoma viral en las aguas residuales puede dar información confiable de la situación. En el campo investigativo, el monitoreo de las aguas residuales puede ayudar a detectar variaciones en las cepas circulantes a través del análisis filogenético, permitiendo comparar los virus detectados en diferentes regiones y evaluar la evolución del genoma del virus.

En la Universidad de Antioquia, bajo la iniciativa *UdeA le responde al COVID*, el grupo de trabajo de Ambientes Saludables y los grupos de investigación GDCON, GAIA, Gastrohepatología y Tándem Max Planck en Nanobioingeniería se encuentran así evaluando la presencia del SARS-CoV-2 en aguas residuales como herramienta de alerta temprana del inicio de la circulación del virus en municipios no-covid o con baja incidencia y seguimiento de su circulación en municipios covid en Antioquia. Para esta investigación se seleccionaron los municipios de Granada, Marinilla y San Vicente Ferrer, en el Oriente antioqueño.

La obtención de las muestras se llevó a cabo mediante un muestreo compuesto semanal durante cinco horas, con toma de muestras representativas del cuerpo de agua completo —lo que denominamos alícuotas— cada hora entre las 7:00 y las 11:00 de la mañana, pues estas son las horas de mayor uso del agua y de los sistemas sanitarios por las personas. Las muestras son tomadas en recipientes adecuados y preservadas de acuerdo con los parámetros de estudio y posteriormente transportadas para su análisis al laboratorio del Grupo de Investigación GDCON de la Universidad de Antioquia.

La detección del SARS-CoV-2 en las aguas residuales se realiza mediante una técnica de extracción y análisis de material genético conocida como qPCR, para luego realizar una detección y cuantificación de partículas virales. También se realizan muestreos dentro del sistema de alcantarillado de los municipios, con el fin de definir las zonas de mayor riesgo, ofreciendo a las autoridades de salud información temprana de la localización de circulación de virus en contraste con la información de casos de pacientes positivos. De esta manera, es posible plantear un sistema de alerta temprana zonificada para la autoridad de salud y realizar una estimación aproximada del número de personas infectadas en una zona con respecto al número de copias del virus encontradas en las aguas residuales.

La detección de covid-19 en aguas residuales permite identificar la presencia del virus en una zona, para que las autoridades de salud definan las medidas preventivas más pertinentes.

Los resultados mostraron altas correlaciones entre la presencia del virus y los casos activos reportados, para los casos de los municipios de Marinilla y San Vicente Ferrer. Es decir, los reportes oficiales correspondían a lo detectado a partir de las aguas residuales. Sin embargo, en Granada, considerado como un municipio de baja incidencia, se ha encontrado que la cantidad de partículas virales en el agua residual habla de una incidencia del virus mayor a los casos reportados. Esto representa un reto para las autoridades sanitarias, pues puede significar muchos casos asintomáticos no reportados.

El proyecto prosigue, no solo porque no se puede bajar la guardia ante una pandemia aún en marcha, sino porque sus resultados podrán ser adaptados para nuevas epidemias que probablemente llegarán. Por tanto, es importante estar preparados para enfrentarlas cada vez con más eficiencia epidemiológica, y para ellos se requiere el concurso de todas las áreas del conocimiento. X

Proyecto: Seguimiento del SARS-CoV-2 en aguas residuales de municipios Covid y No-Covid 19 del departamento de Antioquia, como herramienta de monitoreo epidemiológico, alerta temprana y apoyo a la toma de decisiones en salud pública.

Proyecto financiado por la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Antioquia mediante la iniciativa «UdeA responde al COVID». Con el apoyo de las empresas de servicios públicos de los municipios de Marinilla, Granada y San Vicente Ferrer, y de EPM.