

Seroprevalencia frente al SARS-CoV-2 y factores asociados en una población afiliada a una aseguradora privada en Bogotá, Colombia

Seroprevalence of SARS-CoV-2 and factors related in a population affiliated with a private health insurer in Bogotá, Colombia.

Mauricio Serra-Tamayo,¹ Milcíades Ibañez-Pinilla,² Víctor Alexander Saenz,¹ Laura Forero,¹ Jorge Edgar Guevara,¹ Claudia Marcela Toca,¹ Sandra Landínez,¹ Lorena Castro-Bonilla,¹ Luz Adriana Quintero-González,¹ Edwin Silva-Monsalve³

Resumen

OBJETIVO: Establecer la prevalencia de anticuerpos IgG contra el SARS-CoV-2 y su relación con variables demográficas y clínicas en una población afiliada a una aseguradora en Bogotá, Colombia.

MATERIALES Y MÉTODOS: Estudio transversal, realizado entre marzo y mayo de 2021. Los criterios de inclusión fueron adultos de 30 años o más, afebriles, que acudieran de forma rutinaria a tomar muestras de laboratorio durante el periodo de estudio –muestreo probabilístico estratificado aleatorio–. Se usó una muestra de sangre obtenida para detectar anticuerpos IgG, utilizando la plataforma Liaison XL-Diasorin, Liaison®, por inmunoensayo quimioluminiscente.

RESULTADOS: Se incluyeron 2009 pacientes. La seroprevalencia estimada de IgG en los participantes del estudio fue del 33.6% (IC95%: 31.6-35.7%). En el análisis multivariado, los factores asociados con la seroprevalencia fueron: infección previa por SARS-CoV-2 (RP = 2.56, IC95%: 2.26-2.90), ser profesional de la salud (RP = 1.46, IC95%: 1.14-1.87), haberse realizado pruebas de SARS-CoV-2 (RP = 1.18, IC95%: 1.03-1.35) y tener entre 30 y 49 años y de 50 a 64 años en comparación con los mayores de 65 años (RP = 1.28, IC95%: 1.03-1.58; RP = 1.23 IC95%: 1.00-1.53, respectivamente).

CONCLUSIONES: Estos datos de seroprevalencia son inferiores a lo esperado para el momento epidemiológico de la pandemia en Bogotá; sin embargo, sustentan la existencia de una importante heterogeneidad en la transmisión del SARS-CoV-2 en nuestra población e indican que para mayo de 2021 grandes bloques de la población aún eran susceptibles a la infección.

PALABRAS CLAVE: Seroprevalencia; SARS-CoV-2; COVID-19.

Abstract

OBJECTIVE: To establish the prevalence of IgG antibodies against SARS-CoV-2 and its relationship with demographic, clinical, and diagnosis variables in a population affiliated with a private health insurer in Bogotá, Colombia.

MATERIALS AND METHODS: Cross-sectional study, carried out between March and May 2021. The inclusion criteria were adults aged 30 years or more, afebrile, who routinely went to take laboratory samples during the study period –random stratified probability sampling–. A blood sample was obtained to detect IgG antibodies, using the Liaison XL-Diasorin platform, with the Liaison® assay reagent, by chemiluminescent immunoassay.

RESULTS: There were included 2009 patients. The estimated seroprevalence for IgG in the study participants was 33.6% (95% CI: 31.6% -35.7%). In the multivariate analysis, the factors associated with seroprevalence were: previous SARS-CoV-2 infection (PR = 2.56, 95% CI: 2.26-2.90), being a health professional (PR = 1.46, 95% CI: 1.14-1.87),

¹ Compensar Salud, Bogotá, Colombia.

² Méderi Research Center, Universitario. Mayor Méderi Hospital, Universidad del Rosario, Bogotá, Colombia.

³ Fundación Clínica Shaio, Compensar prestación de servicios ambulatorios, Universidad de La Sabana, Colombia.

Recibido: 16 de marzo 2022

Aceptado: 2 de junio 2022

Correspondencia

Edwin Silva Monsalve
edwin.silva@shaio.org

Este artículo debe citarse como: Serra-Tamayo M, Ibañez-Pinilla M, Saenz VA, Forero L, Guevara JE, Toca CM, Landínez S, Castro-Bonilla L, Quintero-González LA, Silva-Monsalve E. Seroprevalencia frente al SARS-CoV-2 y factores asociados en una población afiliada a una aseguradora privada en Bogotá, Colombia. Med Int Méx 2023; 39 (2): 243-250.

have undergone SARS-CoV-2 tests (PR = 1.18, 95% CI: 1.03-1.35) and be between 30 to 49 years old and 50 to 64 years old compared to those over 65 years of age (PR = 1.28, 95% CI: 1.03-1.58; PR = 1.23 95% CI: 1.00-1.53, respectively).

CONCLUSIONS: These seroprevalence data are lower than expected for the epidemiological moment of the pandemic in Bogotá; however, it supports the existence of significant heterogeneity in SARS-CoV-2 transmission in our population and indicate that by May 2021 large blocks of the population were still susceptible to infection.

KEYWORDS: Seroprevalence; SARS-CoV-2; COVID-19.

ANTECEDENTES

La discusión sobre la inmunidad de rebaño ha acompañado permanentemente el debate público en la pandemia de COVID-19.¹ Sin embargo, las preocupaciones sobre la propagación de las variantes del SARS-CoV-2, la evasión inmunitaria asociada y las infecciones emergentes en personas completamente vacunadas han llevado a creer que lograr la inmunidad colectiva no es muy factible, y la mayoría de los expertos aceptan que el COVID-19 se ha convertido en una condición endémica.² No obstante, estimar la seroprevalencia frente al SARS-CoV-2 en la población seguirá siendo un insumo necesario para el análisis científico y a la larga para la toma de decisiones en salud pública a corto y mediano plazo.

Colombia es uno de los más afectados por la pandemia de COVID-19 en el mundo; a finales de mayo de 2021 había más de 3 millones de casos y cerca de 84,000 muertes.³ Entre septiembre y noviembre de 2020, el Instituto Nacional de Salud realizó un estudio transversal para evaluar la seroprevalencia de anticuerpos contra el SARS-CoV-2 en 10 ciudades de Colombia;⁴ para Bogotá demostraron una seroprevalencia del 25% (IC95% 22-29%). Desde entonces, no hemos identificado estudios que hayan vigilado la seroprevalencia en la población de Bogotá.

MATERIALES Y MÉTODOS

Estudio transversal desarrollado entre marzo y mayo de 2021 en Bogotá DC, Colombia, donde se estimó la prevalencia de anticuerpos IgG contra el SARS-CoV-2 y se relacionó con variables demográficas y clínicas obtenidas a través de la aplicación de un cuestionario heteroadministrado por auxiliares de laboratorio clínico capacitados, constituido por 17 ítems que permitió evaluar el antecedente de infección demostrado por COVID-19 a través de los resultados de RT-PCR detectable como primera infección para SARS-CoV-2 y definición de caso confirmado de acuerdo con lo definido por el Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia, factores de riesgo de contagio (síntomas y contactos para infección por SARS-CoV-2 en las dos últimas semanas antes de la toma de muestra), en una población de personas que asistieron a cinco sedes de laboratorio clínico en el centro y sur de la ciudad de Bogotá y que contaban con afiliación a un asegurador privado de salud. Los criterios de inclusión fueron: adultos de 30 años o más, afebriles que asistieron a toma de muestras de laboratorio de forma rutinaria durante el periodo de estudio, con participación voluntaria, con la aplicación del consentimiento informado. Se realizó un muestreo probabilístico aleatorio estratificado, con un tamaño final de 2009 usuarios, con precisión del 1% y fiabilidad del 95%,

basado en estudios previos de seroprevalencia (Suiza, España)^{5,6} y estratificando por grupos de edad (30-49 años, 50-64 años y 65 o más años).

La detección de anticuerpos IgG se hizo utilizando una muestra de sangre adicional (5 mL); las muestras fueron transportadas para su procesamiento desde las cinco sedes al laboratorio central, se tomaron alícuotas para pruebas serológicas (500 µL) y se mantuvieron congeladas a -20°C hasta su procesamiento. Los sueros tenían una identificación de código de barras que garantizaba su búsqueda y selección durante la distribución al azar. El Comité de Ética Institucional aprobó el protocolo de investigación de la Universidad del Rosario (DVO005 1442-CV1349).

Pruebas de laboratorio

Las muestras de los participantes seleccionados se analizan utilizando la plataforma Liaison XL-Diasorin, con el reactivo de ensayo Liaison® SARS-CoV-2 IgG, por inmunoensayo quimioluminiscente. El procesamiento fue de acuerdo con las instrucciones del fabricante y los controles de la marca, lote: 354034 Liaison SARS-CoV-2 S1/S2 IgG.

Su desempeño general ha validado el escenario de salud actual descrito en el metanálisis de Kontou y su grupo.⁷ Los resultados de los anticuerpos IgG se expresan en unidades de absorbancia (AU/mL), lo que calcula automáticamente las concentraciones de anticuerpos IgG contra el SARS-CoV-2 S1/S2. Los resultados fueron positivos cuando las AU/mL fueron ≥ 15.0 , dudosos cuando fueron de 12.0 a 15.0 y negativos cuando fueron menores de 12.

Análisis de los datos

La base de datos y la información en Excel® 2019 se analizaron con frecuencias simples, cruces de variables lógicas y análisis estadís-

ticos realizados con los programas SPSS® 25.0 y STATA® 15.0. La descripción de las variables cualitativas se analizó mediante frecuencias relativas y absolutas, para variables cuantitativas con medias y desviación estándar cuando tuvieran una distribución normal, o medianas y rango intercuartílico con distribuciones distintas a las habituales. La normalidad se evaluó con la prueba de Kolmogorov-Smirnov con correcciones de Lilliefors y Shapiro-Wilk.

Estimaciones estadísticas y pruebas según muestreo probabilístico estratificado con el módulo de muestras complejas

La seroprevalencia de SARS-CoV-2 como la proporción de individuos que tuvieron un resultado positivo en la banda de IgG sobre el número de personas de la muestra. Se midieron asociaciones bivariadas entre el factor demográfico y las respuestas al cuestionario sobre síntomas y contactos realizado con la prueba de razón de verosimilitud asintótica y exacta (valores esperados < 5) y las razones de prevalencia (RP) y sus intervalos de confianza del 95%.

Para el análisis multivariante, se usó el modelo lineal logarítmico-binomial nocivo generalizado. El nivel de significación para las pruebas estadísticas fue del 5% ($p < 0.05$). La precisión de los estimadores evaluados tomando los estándares internacionales de investigación estadística de Canadá (STAT CANADA) y según los siguientes rangos del error estándar relativo (RSE) fue: calidad A: 0-15%, buena precisión en las estimaciones; calidad B: 15.1 -30% precisión aceptable; calidad C: 30.1-50%, las estimaciones deben interpretarse con cautela; calidad D: $> 50\%$, estimaciones no publicables y un mínimo grado de precisión.

RESULTADOS

Se incluyeron 2009 pacientes. La edad de la muestra estaba entre 30 y 96 años, con media

de 50.4 ± 12.1 años (mediana: 51 años), con predominio de los grupos de edad de 30 a 49 años, seguido del de 50 a 64 años y predominio del sexo femenino. El **Cuadro 1** muestra la distribución de las características demográficas y los potenciales factores de riesgo de infección por SARS-CoV-2 obtenidos en la encuesta.

La seroprevalencia estimada de IgG en los participantes del estudio fue del 33.6% (IC95%: 31.6-35.7%) con error del 5%. El riesgo de seroprevalencia no mostró diferencias significativas entre mujeres y hombres (RP 0.986, IC95%: 0.802-1.194), ni por enfermedad de base (RP 0.913, IC95%: 0.797-1.044). Se encontró asociada con los grupos de edad, la seroprevalencia fue mayor en la edad de 30 a 49 años (RP 1.339, IC95%: 1.07-1.669) y entre 50 y 64 años (RP 1.256, IC95%: 1.002-1.574) en comparación con el grupo de edad de 65 o más años. También se relacionó con el diagnóstico previo significativo de SARS-CoV-2, entendido como la definición de caso confirmado de acuerdo con lo definido por el Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia (RP 2.796, IC95%: 2.516-3.107); con el contacto con personas confirmadas con SARS-CoV-2 en los últimos 14 días (RP 1.457, IC95%: 1.056-2.010); con el contacto con personas sospechosas de SARS-CoV-2 en los últimos 14 días (RP 1.446, IC95%: 1.148-1.821); con ser profesional de la salud (RP 1.726, IC95%: 1.382-2.156); con haberse realizado pruebas de SARS-CoV-2 (RP 1.722, IC95%: 1.528-1.940), con la manifestación de fatiga en los últimos 14 días (RP 1.632, IC95%: 1.063, 2.506) y de tos en los últimos 14 días (RP 1.758, IC95%: 1.040-2.973). **Cuadro 2**

Análisis multivariable

Con el modelo log-binomial negativo, los factores explicativos de la seroprevalencia de SARS-CoV-2 fueron antecedente de infección de SARS-CoV-2, ser profesional de la salud, haberse realizado pruebas de SARS-CoV-2 y usuarios con

Cuadro 1. Características demográficas y riesgo de contagio del SARS-CoV-2 (continúa en la siguiente página)

Variable	Núm.	Porcentaje
Sexo		
Femenino	1355	67.4
Masculino	654	32.6
Total	2009	100
Grupos de edad (años)		
30-49	946	47.1
50-64	807	40.2
≥ 65	256	12.7
Total	2009	100
Curso de vida		
Adulto	1481	73.7
Anciano	528	26.3
Total	2009	100.0
Enfermedad subyacente		
Sí	652	32.5
No	1357	67.5
Total	2009	100.0
Diagnóstico previo de SARS-CoV-2		
Sí	348	17.3
No	1661	82.7
Total	2009	100
Contacto con personas con SARS-CoV-2 en los últimos 14 días		
Sí	41	2
No	1968	98
Total	2009	100
Contacto con personas sospechosas de SARS-CoV-2 en los últimos 14 días		
Sí	86	4.3%
No	1923	95.7%
Total	2009	100
Tos en los últimos 14 días		
Sí	12	0.6
No	1997	99.4
Total	2009	100
Fatiga en los últimos 14 días		
Sí	18	0.9

Cuadro 1. Características demográficas y riesgo de contagio del SARS-CoV-2 (continuación)

Variable	Núm.	Porcentaje
No	1991	99.1
Total	2009	100
Profesional de la salud		
Sí	66	3.3
No	1943	96.7
Total	2009	100
Prueba de SARS-CoV-2		
Sí	634	31.6
No	1375	68.4
Total	2009	100

edades comprendidas entre 30 y 49 años y de 50 a 64 años en comparación con los mayores de 65 años. **Cuadro 3**

DISCUSIÓN

En una muestra representativa de la población de afiliados de una aseguradora privada de salud en Bogotá, encontramos que el 33.6% de los individuos no vacunados tenían anticuerpos IgG contra el SARS-CoV-2 durante el periodo comprendido entre marzo y mayo de 2021. Estos hallazgos pueden contrastar con los del Instituto Nacional de Salud que ya habían señalado una seroprevalencia del 25% en Bogotá hacía seis meses (octubre-noviembre de 2020),⁴ más aún si se considera la magnitud del pico ocurrido en enero de 2021 y el comportamiento de la epidemia en la primera parte de 2021.⁸ Sin embargo, varias consideraciones deben interpretar nuestros hallazgos.

Mercado y su grupo⁴ y otros autores de ciudades intermedias colombianas como Barranquilla y Bucaramanga destacan que los datos del estudio nacional de seroprevalencia apuntan a una importante heterogeneidad en la transmisión del SARS-CoV-2 a lo largo del país, fenómeno

influido por factores como el nivel socioeconómico, la edad y la necesidad de movilidad.^{9,10,11} González y colaboradores,¹² en un estudio realizado en empleados del campus de una universidad privada en Bogotá, demostraron una seroprevalencia del 13% en una muestra poblacional contemporánea a la del estudio de Mercado y su grupo (noviembre de 2020). Por su parte, Malagón y colaboradores¹³ encontraron una seroprevalencia del 16% en una muestra de trabajadores aeroportuarios evaluados en septiembre de 2020 en Bogotá. Los datos sugieren una heterogeneidad significativa en la transmisión del SARS-CoV-2 incluso dentro de la misma ciudad o región, hallazgos esperados dada la diferencia en el tipo de muestreo, metodología y lugares de desarrollo.

Las observaciones de nuestro estudio pueden reflejar el comportamiento de la epidemia en un segmento particular de la población de Bogotá. Como han demostrado otros autores, los bajos ingresos y el escaso acceso a los servicios de salud pueden estar asociados con mayor seroprevalencia.¹⁴ En este caso, una población cubierta por un seguro de salud privado puede reflejar una condición socioeconómica de menor vulnerabilidad en nuestro contexto. Asimismo, por conveniencia, se decidió realizar un muestreo probabilístico en la población afiliada mayor de 30 años (que es la que más asiste a los servicios de laboratorio). En nuestro análisis multivariado, la menor edad fue un factor explicativo de la seroprevalencia. En su conjunto, una cohorte de personas mayores de 30 años con seguro privado puede no reflejar el comportamiento general de la epidemia en Bogotá. Otros factores explicativos de la seroprevalencia en el análisis multivariado fueron el antecedente de COVID-19, una prueba diagnóstica de SARS-CoV-2 en el pasado y ser trabajador de la salud. Curiosamente, observamos una seroprevalencia del 72% en individuos con antecedentes confirmados de diagnóstico de COVID-19, y es probable que factores como la ausencia de seroconversión en

Cuadro 2. Seroprevalencia de SARS-CoV-2 por variables demográficas y riesgo de contagio

	Seroprevalencia (%)	IC95%	RSE (%)	Sig.
Sexo				
Femenino	33.5	31.0-36.0	3.8	0.833
Masculino	33.9	30.4-37.7	5.5	
Grupos de edad (años)				
30-49	35.8	32.8-39.0	4.4	0.020
50-64	33.6	30.4-37.0	5.0	
65 o más	26.8	21.7-32.6	10.4	
Curso de vida				
Adulto	35.7	33.3-38.2	3.5	0.002
Anciano	28.3	24.6-32.3	7.0	
Enfermedad subyacente				
Presente	31.6	28.1-35.3	5.8	0.179
Ausente	34.6	32.1-37.2	3.8	
Diagnóstico previo de SARS-CoV-2				
Sí	71.7	66.7-76.2	3.4	< 0.001
No	25.6	23.6-27.8	4.2	
Contacto con personas con SARS-CoV-2 en los últimos 14 días				
Sí	48.5	33.8-63.5	16.1	0.047
No	33.3	31.2-35.4	3.2	
Contacto con personas sospechosas de SARS-CoV-2 en los últimos 14 días				
Sí	47.7	37.4-58.2	11.3	0.006
No	33.0	30.9-35.1	3.3	
Tos en los últimos 14 días				
Sí	58.9	28.7-83.6	26.6	0.104
No	33.5	31.4-35.6	3.2	
Fatiga en los últimos 14 días				
Sí	54.6	32.1-75.3	21.6	0.069
No	33.4	31.4-35.5	3.2	
Profesional de la salud				
Sí	56.7	44.5-68.2	10.8	< 0.001
No	32.9	30.8-35.0	3.3	
Prueba de SARS-CoV-2				
Sí	47.2	43.3-51.1	4.2	< 0.001
No	27.4	25.1-29.8	4.4	

RSE: error estándar relativo.

Cuadro 3. Modelo log-binomial negativo para seroprevalencia de SARS-CoV-2

Seroprevalencia	RP	p	IC95%
Grupos de edad (años)			
30-49	1.282224	0.02	1.03-1.58
50-64	1.239039	0.04	1.00-1.53
65 o más	1.000000		
Antecedente de infección por COVID-19			
Sí	2.569858	0.00	2.26-2.90
No	1.000000		
Profesional de la salud			
Sí	1.464158	0.00	1.14-1.87
No	1.000000		
Contacto con persona con sospecha de infección por COVID-19			
Sí	1.201174	0.13	0.94-1.52
No	1.000000		
Antecedente de toma de prueba de SARS-CoV-2			
Sí	1.184035	0.01	1.03-1.35
No	1.000000		

Un valor p (valor de probabilidad) es una medición estadística entre 0 y 1. Se usa para el contraste de hipótesis. En los ensayos clínicos se usa para indicar si un resultado observado se puede deber o no a la casualidad. RP: razones de prevalencia.

infecciones leves o asintomáticas, así como un fenómeno de serorreversión en algunos de estos casos pueden explicar parte del comportamiento serológico observado.^{15,16,17}

Durante mayo, junio y julio de 2021, la ciudad de Bogotá experimentó el peor pico de ocupación hospitalaria y unidades de cuidados intensivos en el transcurso de la pandemia, por lo que nuestra observación no refleja el estado actual de seroprevalencia. Planeamos una segunda evaluación para determinar la evolución de la seroprevalencia frente al SARS-CoV-2 en nuestra población afiliada. En ausencia de correlatos de inmunidad estandarizados,¹⁸ con

la propagación de variantes preocupantes¹⁹ y con la heterogeneidad de la transmisión del SARS-CoV-2, no es fácil dar una interpretación práctica de los hallazgos de seroprevalencia. Aun así, la descripción de una nueva enfermedad epidémica debería incentivar el esfuerzo científico para medir su comportamiento serológico en diferentes poblaciones a lo largo del tiempo y mejorar nuestra comprensión de la misma.

Una de las limitaciones de nuestra investigación es la falta de estudios en poblaciones similares para comparar la seroprevalencia y sus factores asociados, y nuestro estudio no refleja el comportamiento completo de la epidemia en la población general de Bogotá por las razones descritas; sin embargo, no consideran improbable que la seroprevalencia en Bogotá antes del tercer pico fuera muy diferente. La intensidad de la epidemia en los meses posteriores a esta encuesta reflejó la existencia de grandes segmentos de la población aún susceptibles a la infección.

CONCLUSIONES

Estos datos de seroprevalencia son inferiores a lo esperado para el momento epidemiológico de la pandemia en Bogotá, de acuerdo con proyecciones realizadas mediante modelos estadísticos por el Instituto Nacional de Salud. Sin embargo, sustentan la existencia de una importante heterogeneidad en la transmisión del SARS-CoV-2 en nuestra población e indican que para mayo de 2021 grandes bloques de la población seguían siendo susceptibles a la infección.

REFERENCIAS

1. Atlani-Duault L, Lina B, Chauvin F, Delfraissy JF, Malvy D. Immune evasion means we need a new COVID-19 social contract. *Lancet Public Health* 2021; 6 (4): e199-e200. doi: 10.1016/S2468-2667(21)00036-0.
2. Aschwanden C. Five reasons why COVID herd immunity is probably impossible. *Nature* 2021; 591 (7851): 520-522. doi: 10.1038/d41586-021-00728-2.

3. World Health Organization. COVID-19 Weekly epidemiological update, edition 41, published 25 May 2021. Available at: <https://www.who.int/publications/m/item/weekly-epidemiological-update-on-covid-19---25-may-2021..>
4. Mercado-Reyes M, Malagón-Rojas J, Zapata-Bedoya S, Rodríguez-Barraquer I, Wiesner M, Toloza-Pérez Y, Cucunubá Z, et al. Seroprevalence of anti-SARS-CoV-2 antibodies in Colombia, 2020: a population-based study. Instituto Nacional de Salud.
5. Stringhini S, Wisniak A, Piumatti G, Azman AS, Lauer SA, Baysson H, De Ridder D, Petrovic D, Schrempft S, Marcus K, Yerly S, Arm Vernez I, Keiser O, Hurst S, Posfay-Barbe KM, Trono D, Pittet D, Gétaz L, Chappuis F, Eckerle I, Vuilleumier N, Meyer B, Flahault A, Kaiser L, Guessous I. Seroprevalence of anti-SARS-CoV-2 IgG antibodies in Geneva, Switzerland (SEROCoV-POP): a population-based study. *Lancet* 2020; 396 (10247): 313-319. doi: 10.1016/S0140-6736(20)31304-0.
6. Pollán M, Pérez-Gómez B, Pastor-Barriuso R, Oteo J, Hernán MA, Pérez-Olmeda M, Sanmartín JL, Fernández-García A, Cruz I, Fernández de Larrea N, Molina M, Rodríguez-Cabrera F, Martín M, Merino-Amador P, León Paniagua J, Muñoz-Montalvo JF, Blanco F, Yotti R; ENE-COVID Study Group. Prevalence of SARS-CoV-2 in Spain (ENE-COVID): a nationwide, population-based seroepidemiological study. *Lancet* 2020; 396 (10250): 535-544. doi: 10.1016/S0140-6736(20)31483-5.
7. Kontou PI, Braliou GG, Dimou NL, Nikolopoulos G, Bagos PG. Antibody tests in detecting SARS-CoV-2 infection: A meta-analysis. *Diagnostics (Basel)* 2020; 10 (5): 319. doi: 10.3390/diagnostics10050319.
8. Salud Data, Observatorio de Bogotá, Datos de salud enfermedades transmisibles. Consultado 24/08/2021. Disponible en: <https://saludata.saludcapital.gov.co/osb/index.php/datos-de-salud/enfermedades-trasmisibles/covid19/>.
9. Garay E, Serrano-Coll H, Rivero R, Gastelbondo B, Faccini-Martínez Á, Berrocal J, Pérez A, Badillo M, Martínez-Bravo C, Botero Y, Arrieta G, Calderón A, Galeano K, López Y, Miranda J, Guzmán C, Contreras V, Arosemena A, Contreras H, Brango-Tarra E, Oviedo M, Mattar S. SARS-CoV-2 in eight municipalities of the Colombian tropics: high immunity, clinical and sociodemographic outcomes. *Trans R Soc Trop Med Hyg* 2021: trab094. doi: 10.1093/trstmh/trab094.
10. Mattar S, Alvis-Guzman N, Garay E, Rivero R, García A, Botero Y, Miranda J, Galeano K, de La Hoz F, Martínez C, Arrieta G, Faccini-Martínez ÁA, Guzmán C, Kerguelen H, Moscote M, Contreras H, Contreras V. Severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 seroprevalence among adults in a tropical city of the Caribbean area, Colombia: Are we much closer to herd immunity than developed countries? *Open Forum Infect Dis* 2020; 7 (12): ofaa550. doi: 10.1093/ofid/ofaa550.
11. Colmenares-Mejía CC, Serrano-Díaz N, Quintero-Lesmes DC, Meneses L, Salazar Acosta I, Idrovo AJ, Sanabria-Echeverry DY, Cordero-Rebolledo H, Castillo V. Seroprevalence of SARS-CoV-2 Infection among Occupational Groups from the Bucaramanga Metropolitan Area, Colombia. *Int J Environ Res Public Health* 2021; 18 (8): 4172. doi: 10.3390/ijerph18084172.
12. Gonzalez JM, Santos-Barbosa JC, Jaller C, Ojalora G, Hernandez LJ, Guevara-Suarez M, Restrepo S. Seroreactivity to SARS-CoV-2 in individuals attending a university campus in Bogotá Colombia. medRxiv 2021.03.15.21253609. <https://doi.org/10.1101/2021.03.15.21253609>.
13. Malagón-Rojas JN, Rubio V, Parra-Barrera E. Seroprevalence and seroconversions for SARS-CoV-2 infections in workers at Bogota Airport, Colombia, 2020. *J Travel Med* 2021; 28 (4): taab006. doi: 10.1093/jtm/taab006.
14. Lalwani P, Salgado BB, Filho IVP, da Silva DSS, de Morais TBDN, Jordão MF, et al; DETECTCoV-19 Study Team. SARS-CoV-2 seroprevalence and associated factors in Manaus, Brazil: baseline results from the DETECTCoV-19 cohort study. *Int J Infect Dis* 2021; 110: 141-150. doi: 10.1016/j.ijid.2021.07.017.
15. Yang Y, Wang X, Du RH, Zhang W, Si HR, Zhu Y, Shen XR, Li Q, Li B, Men D, Zhou YN, Wang H, Tong XL, Zhang XE, Shi ZL, Zhou P. Serological investigation of asymptomatic cases of SARS-CoV-2 infection reveals weak and declining antibody responses. *Emerg Microbes Infect* 2021; 10 (1): 905-912. doi: 10.1080/22221751.2021.1919032.
16. den Hartog G, Vos ERA, van den Hoogen LL, van Boven M, Schepp RM, Smits G, van Vliet J, Woudstra L, Wijmenga-Monsuur AJ, van Hagen CCE, Sanders EAM, de Melker HE, van der Klis FRM, van Binnendijk RS. Persistence of antibodies to SARS-CoV-2 in relation to symptoms in a nationwide prospective study. *Clin Infect Dis* 2021: ciab172. doi: 10.1093/cid/ciab172.
17. Poland GA. Antibody dynamics, seroreversion, and persistence after SARS-CoV-2: Another answer. *Clin Infect Dis* 2021: ciab243. doi: 10.1093/CID/ciab243.
18. Krammer F. A correlates of protection for SARS-CoV-2 vaccines is urgently needed. *Nat Med* 2021; 27 (7): 1147-1148. doi: 10.1038/s41591-021-01432-4.
19. Laiton-Donato K, Franco-Muñoz C, Álvarez-Díaz DA, Ruiz-Moreno HA, Usme-Ciro JA, Mercado-Reyes M, et al. Characterization of the emerging B.1.621 variant of interest of SARS-CoV-2. medRxiv 2021.05.08.21256619. <https://doi.org/10.1101/2021.05.08.21256619>.