

Transmisión por COVID 19 en un área de salud de Santiago de Cuba

Transmission by COVID 19 in a health area of Santiago de Cuba

Marisleydis Ávila Velásquez¹ <https://orcid.org/0000-0002-8181-4633>

Naifi Hierrezuelo Rojas^{2*} <https://orcid.org/0000-0001-5782-4033>

Oswaldo Borrero Cobas³ <http://orcid.org/0000-0002-9350-6902>

Alfredo Hernández Magdariaga¹ <http://orcid.org/0000-0001-8975-3188>

Ulises Gómez Soler⁴ <https://orcid.org/0000-0006-5823-4469>

¹ Policlínico Camilo Torres Restrepo, Servicio de Asistencia Médica. Santiago de Cuba, Cuba.

² Policlínico Ramón López Peña, Servicio de Asistencia Médica. Santiago de Cuba, Cuba.

³ Policlínico Frank País García, Servicio de Asistencia Médica. Santiago de Cuba, Cuba, Cuba.

⁴ Universidad de Ciencias Médicas de Santiago de Cuba, Cuba.

* Autor para la correspondencia: naifi.hierrezuelo@infomed.sld.cu

RESUMEN

Introducción: El virus SARS-CoV-2 es transmisible entre humanos y ha causado una pandemia.

Objetivo: Caracterizar los principales aspectos socio-epidemiológicos relacionados con la transmisión de COVID-19.

Métodos: Se realizó un estudio descriptivo trasversal en el área Camilo Torres Restrepo durante el año 2021. La población de estudio quedó conformada por la totalidad de casos confirmados a SARS-CoV-2, contactos y sospechosos. Las unidades muestrales espaciales correspondieron al total de manzanas, en las cuales se identificaron casos confirmados.

Resultados: La curva de tasas de incidencia mostró incremento a partir de la semana 27. La transmisión autóctona representó 92,2 % de la casuística. Hubo un predominio de los casos asintomáticos en los meses de mayor incidencia. Previo a notificarse tres variantes de SARS-CoV-2, el patrón de transmisión fue disperso y a grandes clústeres. La circulación de cuatro cepas (Alfa, Beta, Gamma y Delta), coincidió con el aumento de la tasa de incidencia y letalidad de la enfermedad. Al alcanzar la población una cobertura de vacunación del 95 %, ambas curvas disminuyeron.

Conclusiones: la transmisión de COVID-19, con la circulación de las variantes del virus SARS-CoV-2 a micro escala territorial, la aplicación de medidas restrictivas y la inmunización, modificó la dinámica de transmisión de pequeños a grandes clústeres, con la consiguiente disminución de la morbilidad y mortalidad de la enfermedad.

Palabras clave: COVID-19; epidemiología; epidemia; transmisión.

ABSTRACT

Introduction: The SARS-CoV-2 virus is transmissible between humans and has caused a pandemic.

Objective: Characterize the main socio-epidemiological aspects related to the transmission of COVID-19.

Methods: A cross-sectional descriptive study was carried out in the Camilo Torres Restrepo area during the year 2021. The study population was made up of all confirmed SARS-CoV-2 cases, contacts, and suspects. The spatial sampling units corresponded to the total number of blocks, in which confirmed cases were identified.

Results: The incidence rate curve showed an increase from week 27 onwards. Autochthonous transmission represented 92.2 % of the cases. There was a predominance of asymptomatic cases in the months of highest incidence. Before three variants of SARS-CoV-2 were reported, the transmission pattern was dispersed and in large clusters. The circulation of four strains (Alpha, Beta, Gamma and Delta) coincides with the increase in the incidence and fatality rate of the disease. When the population reached 95 % vaccination coverage, both curves decreased.

Conclusions: the transmission of COVID-19, with the circulation of SARS-CoV-2 virus variants at a micro territorial scale, the application of restrictive measures and immunization, modified the dynamics of transmission from small to large clusters, with the consequent decrease in morbidity and mortality of the disease.

Keywords: COVID-19; epidemiology; epidemic; transmission.

Recibido: 8/3/2023

Aceptado: 27/12/2023

Introducción

La Organización Mundial de la Salud (OMS) nombra COVID-19 a la enfermedad causada por el Coronavirus del Síndrome Respiratorio Agudo Severo o Grave (SARS-CoV-2) y la declara pandemia debido a su rápida propagación. Este nuevo virus fue identificado en la ciudad de Wuhan, provincia de Hubei (China) en pacientes con neumonía relacionada con un mercado de mariscos y animales exóticos, en diciembre del 2019.⁽¹⁾

Al terminar el año 2021 Cuba acumulaba 11 641142 PCR realizados, 966004 positivas (positividad del 8,3 %), y el número de fallecidos aumenta 56 veces con respecto al año anterior.⁽²⁾

Santiago de Cuba inicia la epidemia el 20 de marzo de 2020 por el municipio Palma Soriano reportando un viajero procedente de España. En la primera etapa se notificaron 51 casos confirmados y 3 fallecidos, y después de más de seis meses sin reportarse casos, se reinicia la transmisión en noviembre del 2020.

En el año 2020, la Provincia de Santiago de Cuba reportó 542 casos positivos de COVID -19, ya para el 2021 se incrementó el número de diagnosticados hasta los 62162 (+ 61620), y una tasa de 5946, 6 x 100 000 habitantes. El incremento del número de casos, se vio acompañado de un aumento de los fallecidos, desde 10 en el 2020, hasta 548 en el 2021, para una tasa de 52,4 x 100000 habitantes y una letalidad de 0,88 x 100.⁽³⁾

El área de salud Camilo Torres Restrepo, del municipio Santiago de Cuba, en el año 2021, se diagnosticaron como positivos a COVID-19, un total de 1300 casos, para una tasa de 680,8 x 10000 habitantes, con un total de 13 fallecidos, lo cual represento una tasa de mortalidad de 6,8 x 10000 habitantes y una letalidad del 1 x 100 enfermos, según registro de estadísticas del área de salud.

La necesidad de conocer cuáles fueron las principales características de la transmisión de COVID-19 en un área centro urbana de Santiago de Cuba, así como

la evolución de la transmisión y las implicaciones en el orden social, demográfico y sanitario, son aspectos que justifican la realización de la presente investigación, que tiene como objetivo caracterizar los principales aspectos socio-epidemiológicos relacionados con la transmisión de COVID-19 en el área Camilo Torres Restrepo durante el año 2021.

Métodos

Se realizó un estudio observacional, descriptivo y transversal, en el área de salud Camilo Torres Restrepo, durante el período comprendido desde el 1ro enero a diciembre del 2021.

La población de estudio quedó conformada por la totalidad de casos confirmados a *SARS-CoV-2* según resultados de prueba de PCR (*Polimerase Chain Reaction* por sus siglas en inglés) residentes en el área de salud (1300). Las unidades muestrales espaciales correspondieron al total de manzanas, en las que se identificaron casos confirmados, la cual ascendió a 172 manzanas.

Las variables descritas fueron: casos confirmados de la enfermedad, semana epidemiológica, fuente de infección, presentación clínica de la enfermedad, momentos epidemiológicos de interés relacionados con la transmisión.

Caso confirmado: paciente que resulte positivo al estudio virológico: *Reverse Transcriptase-polymerase Chain Reaction* por sus siglas en inglés (RT-PCR) para la COVID 19, con o sin sintomatología.

Semana epidemiológica: Variable cuantitativa continua discretizada. Se refiere a la semana del año en que es notificado el paciente con PCR positivo por el laboratorio.

Fuente de infección: se tuvo en cuenta según sean contacto de caso confirmado en el país o del extranjero y se dividió en

Autóctona

Importada

No precisada

Presentación clínica de la enfermedad según síntomas. Se refiere a la presencia o no de síntomas en el momento del diagnóstico. Se dividió en sintomáticos y asintomáticos.

Momentos epidemiológicos de interés relacionados con la transmisión. Se refiere a la fecha de inicio de los momentos marcados por las siguientes acciones

- aplicación de medidas restrictivas
- inicio de la vacunación
- circulación de cepas california, Reino Unido y Sudáfrica
- circulación de cepa de la India
- cobertura vacunal al 95 %.

Para el análisis estadístico, se resumieron variables cuantitativas y cualitativas, en frecuencias absolutas y relativas (porcentajes y tasas), elaborándose tablas de contingencia y figuras. Se utilizó tasa de incidencia.

$$\text{Tasa Incidencia} = \frac{\text{Casos COVID19 en la semana}}{\text{Población media}} \times 10\,000$$

$$\text{Tasa de letalidad} = \frac{\text{Fallecidos por COVID-19}}{\text{Enfermos de COVID-19}} \times 100$$

Para identificar focos/clústeres espaciales de riesgo epidemiológico se realizó análisis de perfiles espaciales con distancias de búsqueda y visualización en

metros (1000m, 500m, 250m y 125m) para un tamaño fijo de celda de 100m. Se realizó el análisis de redes sociales a partir de las relaciones caso-contacto, fundamentado en la teoría de grafos. Se definió el nodo del grafo como el caso confirmado o contacto y la arista como la relación bidireccional existente entre ellos.

Aunque no se trabajó directamente con pacientes, solo con la información disponible por registros oficiales del Ministerio de Salud Pública de la República de Cuba, se mantuvo la confidencialidad, de la información con apego a los principios éticos del Ministerio de Salud Pública (MINSAP) y los descritos en la Declaración de Helsinki.

Resultados

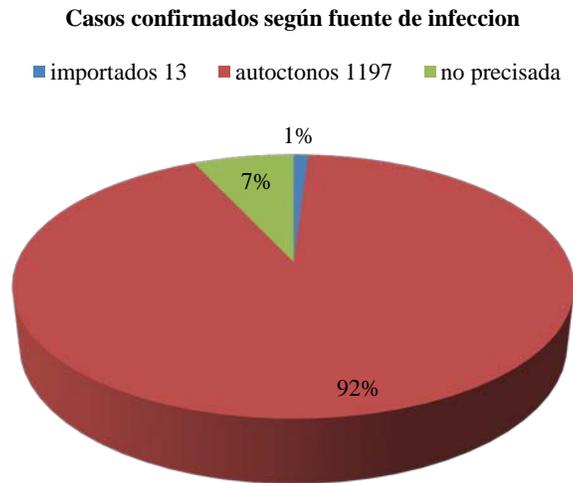
La curva de tasas de incidencia mostró incremento a partir de la semana 27. La tendencia exponencial ($R^2=0.539$), lineal ($R^2=0.539$) y logarítmica ($R^2=0.4271$) fueron ascendentes. El mayor riesgo ocurrió en la semana 29, (tasa 59,25 x 104 habitantes) (Fig. 1)



Fuente: Base de datos de departamento de epidemiología. Policlínico Camilo Torres.

Fig.1-Tasa de incidencia por semana de casos confirmados de COVID-19. Policlínico Camilo Torres. Municipio Santiago de Cuba. Enero-diciembre del 2021.

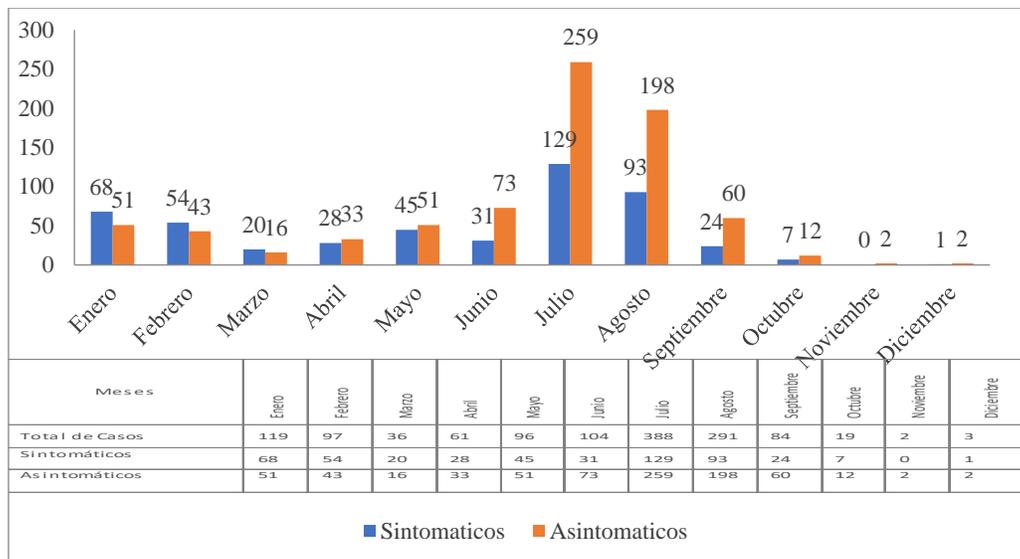
La transmisión autóctona representó el 92,0 % de la casuística. (Fig. 2)



Fuente: Base de datos de departamento de epidemiología. Policlínico Camilo Torres

Fig. 2- Pacientes sintomáticos y asintomáticos confirmados con COVID 19. Policlínico Camilo Torres. Municipio Santiago de Cuba. Enero-diciembre del 2021.

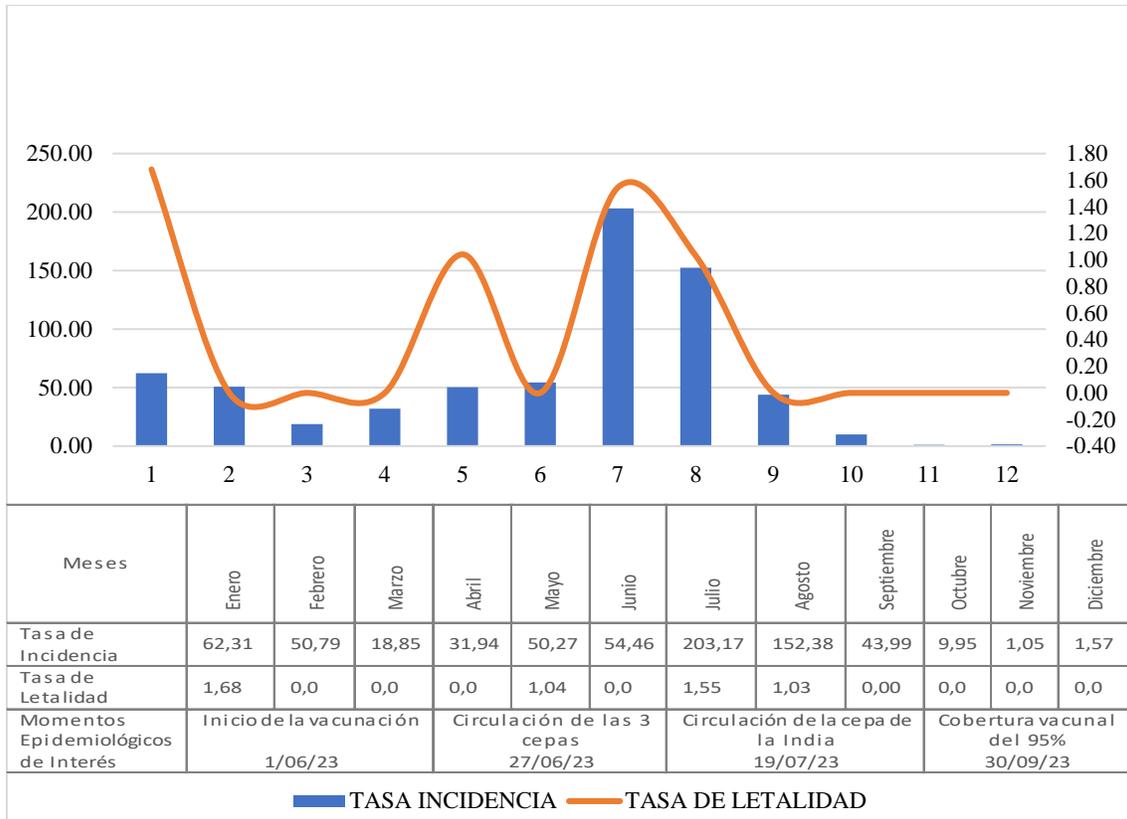
La figura 3 muestra que, hubo un predominio de los casos asintomáticos en los meses de mayor incidencia.



Fuente: Base de datos de departamento de epidemiología. Policlínico Camilo Torres

Fig. 3- Pacientes sintomáticos y asintomáticos confirmados con COVID 19. Policlínico Camilo Torres. Municipio Santiago de Cuba. Enero-diciembre del 2021.

La figura 4 muestra que la circulación de las tres cepas y la cepa de la india, coincidió con el aumento de la tasa de incidencia y letalidad de la enfermedad en el área de salud. Al alcanzar la población una cobertura de vacunación del 95 %, ambas curvas disminuyen de forma drástica, hasta aplanarse la tasa de letalidad a partir del mes de octubre.

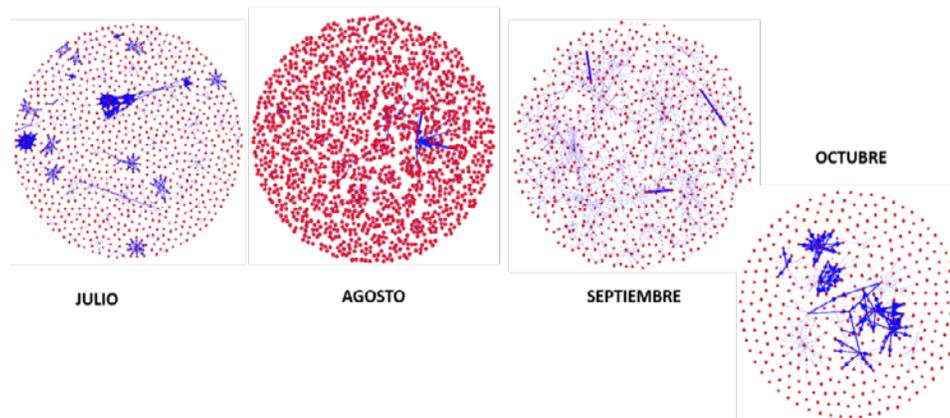


Fuente: Base de datos de departamento de epidemiología. Policlínico Camilo Torres

Fig. 4- Tasa de incidencia y letalidad de la enfermedad y momentos epidemiológicos de interés relacionados con la transmisión. Policlínico Camilo Torres. Municipio Santiago de Cuba. Enero-diciembre del 2021.

La figura 5 muestra la complejidad de la transmisión de COVID-19 según perspectiva de análisis de redes sociales, evidencia una red más compacta en el mes de agosto, donde hubo una mayor transmisibilidad en el área de salud.

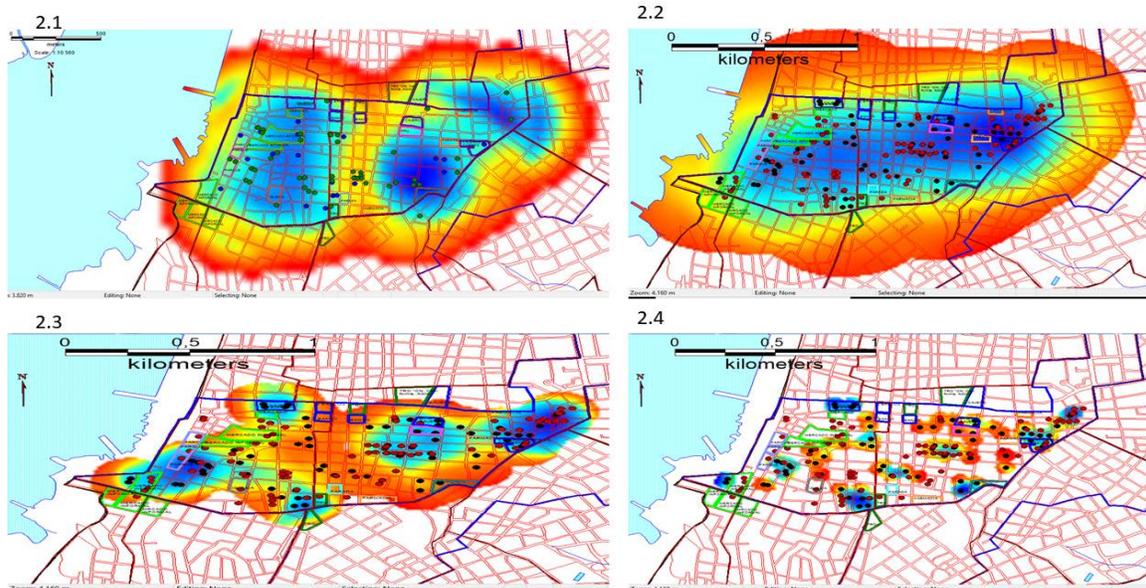
Comparativo por meses



Fuente: Base de datos de departamento de epidemiología. Policlínico Camilo Torres.

Fig. 5- Complejidad de la transmisión de COVID-19 según perspectiva de análisis de redes sociales. Policlínico Camilo Torres. Municipio Santiago de Cuba. Julio-Octubre del 2021.

Previo a notificarse tres variantes de SARS-CoV-2, el patrón de transmisión fue disperso y a grandes clústeres. (Fig. 6.1) y con iguales parámetros espaciales cuatro semanas después no se obtuvo clústeres definidos (Fig. 6.2). La disminución de parámetros (Fig. 6.3 y 6.4) aportaron pequeños clústeres correspondientes con patrón de transmisión cercano y concentrado.



Fuente: Base de datos de departamento de epidemiología. Policlínico Camilo Torres.

Fig. 6- Complejidad del patrón de transmisión de COVID-19 según parámetros espaciales. Policlínico Camilo Torres. Municipio Santiago de Cuba. julio-octubre del 2021.

Discusión

La elevada transmisión de la COVID-19 impone importantes retos al sistema de salud que se enfrentan a una pandemia de gran magnitud, pues exige el diseño de estrategias para la detección y vigilancia de los casos en estadios asintomáticos, la mayoría de la presente casuística fueron detectados en centros de aislamiento ya en la fase de transmisión autóctona.

El incremento marcado de casos en el área de salud objeto de estudio, fue similar al del país y coincidió con la identificación de cuatro cepas circulantes⁽⁴⁾ así como la coexistencia de factores conductuales intrafamiliar y sociales de riesgo como el uso incorrecto del nasobuco, no lavado frecuente de las manos, saludos y demostración de afecto sin conservar la distancia entre las personas, no evitar los lugares cerrados y de aglomeración de personas.

El primer caso diagnosticado en el área de salud en el periodo analizado fue el 1ro de enero del 2021, con un nivel ascendente en el número de enfermos y fue el mes de julio el de mayor incidencia.

A pesar del control de la epidemia logrado entre marzo y noviembre del año 2020, desde inicios del 2021, con la apertura de las fronteras y el arribo de viajeros de países con altas tasas transmisión de SARS-CoV-2, la situación epidemiológica fue complejizándose de manera paulatina en el transcurso del primer semestre. En Cuba en el mes de mayo del 2021, se promediaron diariamente mil 152 nuevos casos y 10 fallecidos; el riesgo de enfermar llegó a 319,2 por 100 mil y el de morir a 2,8 por 100 mil, mes en el que comenzó a observarse un aumento de casos en el área de salud.⁽⁵⁾

Es importante resaltar que en el primer cuatrimestre se diagnosticó un número reducido de casos positivos de la enfermedad, a juicio de la autora, las rigurosas medidas de aislamiento oportuno de los contactos, propicio la interrupción de la transmisión de la enfermedad. Esto contrasta con otras investigaciones en Santiago de Cuba⁽⁶⁾ y otro municipio,⁽⁷⁾ donde reportaban un elevado número de casos en este periodo.

El análisis del antecedente epidemiológico de los pacientes positivos a la COVID 19 en este estudio indica el predominio de la transmisión autóctona. Otros investigadores⁽⁸⁾ muestran, con mayor frecuencia, el antecedente de ser contacto de caso sospechoso COVID-19 (n=30; 26,31 %), seguido de ser viajero nacional (n=26; 22,8 %) o revelan un mayor porcentaje de casos autóctonos, contactos de casos confirmados, como el grupo de mayor riesgo epidemiológico,⁽⁹⁾ similares resultados fueron encontrados en la presente investigación. Difiere con el estudio realizado en Perú, donde se encuentra predominio de pacientes con COVID-19 correspondiente a casos importados.⁽¹⁰⁾

La autora de la investigación es del criterio, que la causa puede deberse a que en estos países no se tomaron medidas restrictivas oportunas como el cierre de las fronteras y el aumento de la vigilancia epidemiológica en la misma.

Como evidencian las estadísticas el número de casos de transmisión autóctona supera a los importados, lo que coincide con el desarrollo de la pandemia desde el comienzo de la nueva normalidad en Cuba.⁽¹¹⁾

Estudio realizado por Ferrer JE⁽¹²⁾ en Santiago de Cuba, reportaron que entre 85 % y 79,7 % de los casos confirmados de COVID-19 fueron autóctonos, datos similares a los aquí encontrados.

En el 7,0 % de los casos no se precisó la fuente de infección, la autora es del criterio que cuando esto sucede, es imposible establecer el nexo directo con viajeros, extranjeros procedentes de áreas de riesgo u otros casos confirmados, lo que trae como consecuencia que las acciones de control de foco no siempre sean efectivas, por lo que se debe trabajar intensamente en investigar la posible fuente de infección de los casos confirmados.

En la muestra investigada existió predominio de los casos asintomáticos, resultado que coinciden con estudio realizado en la provincia Mayabeque,⁽¹³⁾ donde el 90 % de sus casos confirmados estaba asintomático, y con el publicado por López González y colaboradores, donde se halló predominio de los casos asintomáticos en el 59 % de la muestra.⁽¹⁴⁾

Autores extranjeros también encontraron predominio de los casos asintomáticos.⁽¹⁵⁾ Por su parte Cuello MB et al.⁽¹⁶⁾ en investigación realizada en la provincia de Pinar del Río, obtuvo mayoría de casos sintomáticos, resultado que difiere al presente estudio.

En las investigaciones de Palú A et al,⁽¹⁷⁾ y Nishiura *et al.*,⁽¹⁸⁾ no predominaron las formas asintomáticas. En contraste Tian S et al,⁽¹⁹⁾ reportan 5,08 % de formas asintomáticas en Beijing y 1,2 % de formas asintomáticas en Hubei, China.

La proporción de portadores asintomáticos se ha calculado hasta en 17,9 %, como fue el caso del crucero Diamond Princess.⁽²⁰⁾ Arons y colaboradores⁽²¹⁾ estudiaron durante un brote, en el estado de Washington, a pacientes del centro hospitalario, y que fueron voluntarios para realizarse detección con RT-PCR en hisopados nasofaríngeos. Este estudio reportó que 27 de 48 pacientes positivos fueron asintomáticos y fueron potenciales transmisores de la infección.

En estudios realizados en China, se documentó que el contagio puede ocurrir en la fase presintomática, uno a tres días previos al inicio de los síntomas.⁽²²⁾ Así, se han reportado contagios en familias durante el periodo de incubación de un caso índice.⁽²¹⁾

La prevalencia de pacientes con RT-PCR positiva para SARS-CoV-2 en fase presintomática varía de 30 a 60 %. En Singapur, la transmisión durante el periodo de incubación se estimó en 10 de 157 casos (6.4 %) y la exposición ocurrió aproximadamente uno a tres días antes del desarrollo de síntomas.⁽²³⁾

En cuanto al porcentaje de casos asintomáticos confirmados, la autora de la investigación plantea que Esto puede ser explicado porque el sistema sanitario de atención primaria garantizó la detección oportuna de casos de COVID-19, con aislamiento en centros especializados, unido al cumplimiento de las medidas dictadas por el gobierno cubano y el accionar efectivo de la población, la transmisión silente complejiza cualquier escenario de actuación, pues supone la aplicación de estrategias de pesquisa y contención de contagios más enérgicos, así como mayor aislamiento social entre los ciudadanos.

Los intentos por reactivar la vida social y las actividades financieras dieron como resultado el incremento de los casos y las hospitalizaciones, lo cual ha llevado a la aparición de olas pandémicas. Aunque los nuevos medicamentos y la atención mejorada fueron de gran ayuda para la sobrevivencia de las personas que enfermaron con criterio grave, esto no fue suficiente. El avance en la vacunación

constituyó una de las primeras medidas que puede contribuir a detener la pandemia y a disminuir los casos graves y los fallecidos.

En Cuba, desde el momento en que se conoció la situación que se produjo en China, el Sistema de Vigilancia Epidemiológica del MINSAP alertó sobre sus posibles consecuencias y se elaboró un Plan de acción para el enfrentamiento a ese evento. Dicho Plan fue aprobado por el Gobierno, el 30 de enero del 2020, y posteriormente se creó un Grupo Temporal de Trabajo, encabezado por el Presidente de la República y el Primer Ministro, para darle seguimiento y control a la ejecución de las acciones y medidas aprobadas.⁽⁵⁾

Como se aprecia, el contexto en el área de salud, para el enfrentamiento a la pandemia provocada por la COVID-19 en el primer semestre de 2021 se caracterizó por una difícil situación epidemiológica a partir del incremento de casos y, en consecuencia, de los pacientes graves, críticos y fallecidos, lo que no se pudo resolver solo con las medidas sanitarias y organizativas implementadas.

Este escenario se agravó aún más con la aparición de nuevas variantes de alto riesgo y transmisibilidad, a lo cual se une la imposibilidad para nuestro país de comprar vacunas contra el SARS-CoV-2 en el mercado internacional, dada la compleja situación económica que ha ocasionado la intensificación de las medidas del bloqueo, comercial y financiero impuesto por el Gobierno de los Estados Unidos.

Hasta finales de mayo del 2021 se identificaron en Cuba las cuatro cepas del SARS-CoV-2 (Alfa, Beta, Gamma y Delta). Los resultados de las 1406 muestras secuenciadas en la vigilancia genómica y las muestras estudiadas por provincia indican que: - La variante D614G predominó de enero a marzo de 2021 y fue reemplazada de manera progresiva por la Beta (B.1.351), detectada a finales de diciembre del 2020 en un viajero procedente de Sudáfrica. Esta variante se incrementó a partir de febrero, llegando a representar el 87 % de las muestras

analizadas en el mes de abril, en particular en las provincias occidentales (Pinar del Río, Artemisa, La Habana, Mayabeque y Matanzas). A finales de abril de 2021 se reveló la introducción de la variante Delta (B.1.617.2), a partir de un viajero proveniente de la India. En mayo, esta variante se observó en el 1,4 % de las muestras estudiadas, aumentó al 27 % en junio, al 70 % en julio y al 94 % en agosto. En septiembre, el 100 % de las muestras estudiadas se clasificó como Delta.

Se evidenció la efectividad de la intervención sanitaria al revertir la situación epidemiológica, con la disminución de la tasa de incidencia y de letalidad en la población de estudio.

En la provincia de Santiago de Cuba el comportamiento de los indicadores epidemiológicos analizados fue similar a La Habana. La mortalidad se mantuvo en cifras bajas, por debajo de 5 por 100 mil habitantes, mientras que la incidencia aumentó hasta 70 por 100 mil habitantes, y disminuyó cuando la cobertura llegó a ser de 50,9 %.⁽⁶⁾

También cabe señalar que la intervención sanitaria con los candidatos vacunales Soberna 02 y Abdala contribuyó a mitigar la gravedad y la muerte de las personas y favoreció el control de la epidemia, hecho evidenciado con los indicadores analizados.⁽⁵⁾

Las redes sociales tienen características que las sitúan en el campo de la complejidad, por ello también se les denomina redes complejas.

Benito RM *et al.*,⁽²⁴⁾ opinan que es muy importante tener presente que las redes complejas están presentes en todas partes de la naturaleza, tanto en la sociedad, como en la biología, neurología, las comunicaciones y la informática, entre las muchas ramas del conocimiento que la humanidad estudia. Son ubicuas, con diferentes niveles de organización, pero es un hecho sobresaliente el que todas estas redes, tan diferentes en naturaleza y en tamaño tengan muchas propiedades estructurales similares. Este hecho, tan simple como sorprendente, hace posible

que sea posible formular para las redes complejas, modelos matemáticos para explicar sus propiedades estructurales (y en algunos casos también las propiedades dinámicas).

El Análisis de Redes Sociales (ARS; acrónimo en inglés SNA, *Social Network Analysis*) permitió profundizar en las relaciones entre las personas, basándonos en la simetría o asimetría de esas relaciones por su proximidad relativa. Su fundamento se basó en la definición de grafos y medidas centralidad, aunque también se integró muchos otros conceptos como la pertenencia a subgrupo o la cohesión. Obtener visualizaciones complejas permitió lograr una visión alternativa y completa ante los vínculos o relación de contactos y sospechosos.

La teoría de grafos es el marco natural para el tratamiento matemático de las redes complejas y por consiguiente sus ecuaciones caracterizan la estructura de las redes sociales.⁽²⁵⁾

El ARS sin dudas, cobró un papel muy importante en las teorías actuales al respecto de la creación y distribución de la información entre las personas que conforman una comunidad. El grado de un nodo o su nivel de conectividad con el resto de los que conforman la red social, tiene una gran importancia en la transmisión de la COVID 19.

En la literatura revisada no se encontraron investigaciones en las que se haya utilizado el ARS, que permitieran comparar los presentes resultados, a pesar de la gran utilidad de analizar una red social con indicadores, medidas y además de su correcta interpretación en diferentes niveles de análisis como la transmisión de enfermedades.

Entre las herramientas de análisis epidemiológico, el estudio de clústeres espaciales permite identificar con oportunidad aspectos relacionados con la forma de transmisión, dirección, alcance, entre otros, lo cual permite una mejor gestión de recursos y de organización del sistema sanitario.⁽²⁶⁾

La Universidad Johns Hopkins ofrece datos sobre el análisis de redes sociales y clúster de transmisión de COVID-19 en Estados Unidos donde se evidencia la influencia de los clústeres en la dinámica de transmisión. Además, Peng Y *et al.*,⁽²⁷⁾ aportaron un algoritmo de clúster para identificar similitudes entre países por medio del uso de la prueba Kullback-Leibler. Estos autores interrelacionan las diferencias entre la distribución empírica de casos en 24 países y la distribución espacial de clúster de casos. Por otra parte, Desjardinsa y otros⁽²⁸⁾ reportaron el uso de la variable tiempo y la espacial para identificar clústeres de transmisión.

Los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC) sugieren la consideración de la epidemiología en sus directrices para la implementación local de estrategias de mitigación para la extensión comunitaria de COVID-19. Por lo tanto, el análisis del clúster espacial es un método más útil para identificar espacialmente grupos de contactos con mínimos extremos y máximos de COVID-19 e indicadores de vulnerabilidad de la población que simplemente mapear tasas junto con indicadores de población.⁽³⁰⁾

Análisis espaciales demostraron cambios en patrón de dispersión según dirección e intensidad, de grandes a pequeños clústeres, pudiendo relacionarse con modificaciones en la relación reservorio-huésped y de una forma de transmisión eminentemente aérea a una forma combinada y potenciada aérea-por contacto directo. El virus pudo haber encontrado en el área estudiada, mecanismos idóneos naturales y facilitadores de propagación tanto ambiental como social, tampoco se descarta que otra co-morbilidad circulante como Dengue pudiera haber influido, hechos que obligan a futuras investigaciones.

Zhen R *et al.*,⁽³⁰⁾ reconocen que la transmisión por contacto directo o indirecto ocurre a cortas distancias y la transmisión por medio de los aerosoles a distancias y tiempos extendidos. El distanciamiento social, la cuarentena y el aislamiento en

conjunto con lavado de manos y minimización de la transmisión por contacto (directo e indirecto) no protegen la contaminación aérea.

En Estados Unidos,⁽³¹⁾ el distanciamiento social y quedarse en casa junto al lavado de manos, se implementaron en etapa inicial de la pandemia, minimizando la contaminación por contacto a poca distancia, pero no previnieron la transmisión aérea a larga distancia. Neuman B et al.,⁽³²⁾ indicaron que la disminución constante de sentimientos de amenaza y riesgo percibido podría explicar por qué el aislamiento perdió lentamente el apoyo público.

Desde el punto de vista biofísico, el término distancia suficientemente grande significa la distancia a partir de la cual un caso con COVID-19 (sintomático o no) no puede infectar a un individuo. En Santiago de Cuba,⁽¹⁷⁾ el subgrupo de modelación matemática estimó la distancia entre 8-9 m (sin rozamiento del aire) y 3-4 m (con rozamiento) para un diámetro de la gota de saliva de 1 mm en estornudo sin nasobuco (resultados no publicados). En contraste a estos resultados, en China, Estados Unidos, Brasil y Colombia las redes sociales exhiben aleatoriedad, gran densidad y alto grado de relación nodal.⁽³³⁾

La mayor interrelación, densidad y conexión de los clústeres de casos (identificados con 1) permite sugerir que estos son de tipo familiar o de sociogrupos cercanos. Estos clústeres contribuyeron a la transmisión de COVID-19 en la provincia Santiago de Cuba.² Además, la agrupación de clústeres de casos concuerda con los hallazgos de las historias epidemiológicas y confirman que la transmisión en el área de salud es por clústeres de casos, fundamentalmente de tipo familiar y con fuente de infección conocida.

La autora de este manuscrito es del criterio de que el accionar del gobierno, la movilización y participación social organizada, la adopción de medidas de protección individual y colectiva unido al accionar del sistema de salud influyeron en la interrupción de la evolución natural de la epidemia. Ello condicionó cortes en

las cadenas de transmisión, bajas tasas de transmisión y por ende clústeres pequeños con redes sociales poco complejas y características particulares de una epidemia controlada.

Los clústeres identificados en el presente estudio coinciden con los hallados por Orozco P *et al.*,⁽³⁴⁾ en investigación para caracterizar la dinámica de la transmisión por dengue, con lo cual se asume que la dinámica social, las características socio-culturales, entre otros factores, modelan la ocurrencia, transmisión y propagación de eventos epidémicos.

Se concluye que la transmisión de COVID-19, cuando ocurrió la circulación de tres variantes de virus *SARS-CoV-2* a micro escala territorial, la aplicación de medidas restrictivas y la inmunización modificó la dinámica de transmisión de pequeños a grandes clústeres, con la consiguiente disminución de la morbilidad y mortalidad de la enfermedad.

Referencias bibliográficas

1. The Novel Coronavirus Pneumonia Emergency Response Epidemiology. Team. The Epidemiological Characteristics of an Outbreak of 2019 Novel Coronavirus Diseases (COVID-19) - China, 2020. China CDC Wkly [Internet].2020[acceso 23/05/2023];2(8):113-22. Disponible en: <https://weekly.chinacdc.cn/en/article/id/e53946e2-c6c4-41e9-9a9b-fea8db1a8f51>
2. Ministerio de Salud Pública. Anuario Estadístico de Salud. 2021 [Internet]. La Habana: Dirección Nacional de Registros Médicos y Estadísticas de Salud; 2022 [acceso 21/01/2023]. Disponible en: <https://temas.sld.cu/estadisticassalud/> o <http://bvscuba.sld.cu/anuario-estadistico-decuba>
3. Ministerio de Salud Pública. Sitio oficial de gobierno de Salud Pública en Cuba [Internet]. 2021. Disponible en: <https://salud.msp.gob.cu/>

4. Nishiura H, Oshitani H, Kobayashi T, Saito T, Sunagawa T, Matsui T, *et al.* Closed environments facilitate secondary transmission of coronavirus disease 2019 (COVID-19)[Preprint]. Europa PMC: medRxiv. 2020:7. DOI: <https://doi.org/10.1101/2020.02.28.20029272>
5. Portal J. Intervención sanitaria con candidatos vacunales, como estrategia temporal de enfrentamiento a la COVID-19, Cuba, 2021. Rev cuba salud pública[Internet]. 2022 [acceso 09/02/2023]; 48(1). Disponible en: <http://www.revsaludpublica.sld.cu/index.php/spu/article/view/3513>
6. Hierrezuelo N, González P, Leon A, Cordero F. Caracterización clínico-epidemiológica de pacientes con la COVID-19 en el policlínico Ramón López Peña. Rev cuba hig epidemiol[Internet]. 2021 [acceso 20/02/2023]; 58 Disponible en: <https://revepidemiologia.sld.cu/index.php/hie/article/view/1117> .
7. Convención de Salud. 2022[Internet]. Características clínico-epidemiológicas de pacientes confirmados de COVID-19 residentes en un área de salud del municipio Bayamo. La Habana: MINSAP; 2022. Disponible en: <https://convencionsalud.sld.cu/index.php/convencionsalud22/2022/paper/view/2243>
8. Riverón L, Vergara M, Lluch A, Alba Y, Ortíz A. Pacientes sospechosos de COVID-19 con RT-PCR negativo atendidos en un centro de aislamiento en Las Tunas. Rev electrón "Dr. Zoilo E. Marinello Vidaurreta"[Internet]. 2020 [acceso 17/02/2023];45(4). Disponible en: <http://revzoilomarinello.sld.cu/index.php/zmv/article/view/2304>.
9. Medina G, Carbajales E, Figueredo Y, Carbajales A, Silva I. Características clínico epidemiológicas de pacientes positivos a la COVID-19 pertenecientes al policlínico "Joaquín de Agüero y Agüero", Camagüey. Rev electrón "Dr. Zoilo E. Marinello Vidaurreta"[Internet]. 2020 [acceso 17/02/2023];45(4). Disponible en: <http://revzoilomarinello.sld.cu/index.php/zmv/article/view/2352>

10. Guzmán OE, Lucchesi EP, Trelles-De M, Pinedo R, Camere M, Daly A, *et al.* Características clínicas y epidemiológicas de 25 casos de COVID-19 atendidos en la Clínica Delgado de Lima. Rev Soc Peru Med Interna [Internet].2020; 33(1):15-24. Disponible en: <https://doi.org/10.36393/spmi.v33i1.506>
11. Giralt A, Rojas JM, Leiva J. Relación entre COVID-19 e hipertensión arterial. Rev habanera cienc méd[Internet]. 2020 [acceso 16/02/2023]; 19(2).Disponible en: <http://www.revhabanera.sld.cu/index.php/rhab/article/view/3246/2547>
12. Ferrer J, Sánchez E, Poulout A. Caracterización clínica y epidemiológica de pacientes confirmados con la COVID-19 en la provincia de Santiago de Cuba. Medisan (Santiago de Cuba) [Internet]. 2020 [acceso 16/02/2023]; 24(3):473-85. Disponible en: <http://medisan.sld.cu/index.php/san/article/view/3145>
13. Aguilar I, Wong L, Perera L, Hernández R. Caracterización de los casos confirmados de la COVID-19 en Mayabeque. Medimay[Internet]. 2020[acceso 21/02/2023]; 27(2): 230-6. Disponible en: www.medimay.sld.cu/index.php/rcmh/article/view/1660
14. López L, Noda A, Castro B, Causa N, Cabrera, Hernández J. Caracterización clínico epidemiológica de 183 niños cubanos con infección por SARS-CoV-2. Rev cuban pediatri[Internet]. 2020[acceso 21/02/2023]; 92(Supl. Especial): e1256. Disponible en: www.revpediatria.sld.cu/index.php/ped/article/view/1256
15. Delgado A, Ortiz J, Carranza W, Gonzáles A. Caracterización de la población diagnosticada con la COVID-19 en la provincia de Chota, región Cajamarca – Perú. Rev. Recien[Internet]. 2021[acceso 21/02/2023]; 10(2): 18-33. Disponible en: <https://revista.cep.org.pe/index.php/RECIEN/issue/view/7>
16. Cuello MB, Díaz H. Caracterización clínico epidemiológica de los pacientes confirmados con la COVID-19 en Pinar del Río. Rev Ciencias Médicas 2020; 24(5): e4581. Disponible en: www.revcmpinar.sld.cu/index.php/publicaciones/article/view/4581

17. Palu A. Identificación de clústeres de casos de COVID-19 en la provincia Santiago de Cuba. *Rev cubana med* .2021 [acceso 10/01/2023]; 60(1): e1382. Disponible en: <https://revmedicina.sld.cu/index.php/med/article/view/1382>
18. Nishiura H, Kobayashi T, Miyama T, Suzuki A, Jung SM, Hayashi K, *et al*. Estimation of the asymptomatic ratio of novel coronavirus infections (COVID-19). *Int J Infect Dis* [Internet].2020; 94:154-5. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2020.03.020>
19. Guan W-j, Ni Z-yy, Hu Y, Liang W-h, Ou C-q, He J-x, *et al*. Clinical Characteristics of Coronavirus Disease 2019 in China. *N Engl J Med*[Internet]. 2020[acceso 10/01/2023]; 382:1708-20. Disponible en: <https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMoa2002032>
20. .Blocken B, Malizia F, van Druenen T, *et al*. Towards aerodynamically equivalent COVID-19 1.5 m 180 social distancing for walking and running. *Urban physics, wind engineering & sports aerodynamics*, 2020. Disponible en http://www.urbanphysics.net/COVID19_Aero_Paper.pdf
21. Arons MM, Hatfield KM, Reddy SC, Kimball A, James A, Jacobs JR, *et al*. Presymptomatic SARS-CoV-2 infections and transmission in a skilled nursing facility. *N Engl J Med*[Internet].2020 28;382(22):2081-90. DOI: <http://dx.doi.org/10.1056/NEJMoa2008457>
22. Chen X, Yu H, Mei T, Chen B, Chen L, Shanling L, *et. al*. SARS-CoV-2 on the ocular surface: is it a truly novel transmission route?. *Br J Ophthalmol*[Internet]. 2020[acceso 10/01/2023]; 0: 1-6. Disponible en: <https://bjo.bmj.com/content/105/9/1190>
23. Chang L, Yan Y, Wang L. Coronavirus Disease 2019: Coronaviruses and Blood Safety. *Transfus Med Rev* [Internet].2020;34(2):75-80. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.tmr.2020.02.003>

24. Benito RM, Cárdenas JP, Mouronte ML Redes Complejas: El nuevo paradigma. Telefónica_ B_TRIBUNA. 2007. [citado 2023 feb 24]. Disponible en: http://sociedaddelainformacion.telefonica.es/documentos/articulos/B_TRIBUNA_Redес Complejas.pdf
25. Kuz A, Falco M, Nahuel L, Giandini RS. Análisis de Redes Sociales a través de Gephi y NodeXL.En: II Simposio Argentino sobre Tecnología y Sociedad (STS) - JAIIO 44 (Rosario, 2015); Argentina: SADIO; 2015[actualizado 2024; acceso 24/02/2023]. p. 200-14 Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/59752>
26. Zhang H, Yang L, Li L, Xu G, Zhang X. The epidemic characteristics and spatial autocorrelation analysis of hand, foot and mouth disease from 2010 to 2015 in Shantou, Guangdong, China. BMC Public Health [Internet].2019;19(1):998. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s12889-019-7329-5>
27. Peng Y, Hiro M. Statistical analysis of the Chinese COVID-19 data with Benford's Law and clustering. Laboratório de Aprendizado de Máquina em Finanças e Organizações (LAMFO). 2020[citado 2023 feb 21]. Disponible en: <https://lamfo-unb.github.io/2020/04/21/COVID-China-EN/>
28. Desjardins MR, Hohl A, Delmelle EM. Rapid surveillance of COVID-19 in the United States using a prospective space-time scan statistic: Detecting and evaluating emerging clusters. Appl Geogr[Internet].2020;118: 102202. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2020.102202>
29. Desjardins MR, Hohl A, Delmelle EM. Rapid surveillance of COVID-19 in the United States using a prospective space-time scan statistic: Detecting and evaluating emerging clusters. Elsevier. Applied Geography.2020 [citado 2022 jul 16];118 :102202.Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0143622820303039>

30. Zheng R, Xu Y, Wang W, Ning G, Bi Y. Spatial transmission of COVID-19 via public and private transportation in China. *Travel Med Infect Dis*[Internet]. 2020[acceso 24/02/2023]; 34:101626. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7118651/>
31. Centers for Disease Control and Prevention[Internet]. Implementation of Mitigation Strategies for Communities with Local COVID-19 Transmission. USA: CDC; 2020 [actualizado 2024; acceso 24/02/2023].. Disponible en: <https://stacks.cdc.gov/view/cdc/88528>
32. Neuman B, Fawcett J. The Neuman Systems Model (5 th ed.) Upper Saddle River, NJ: Pearson. 2011) ; 25(4) <https://doi.org/10.1177/0894318412457067>
33. Universidad del Rosario[Internet]. Modelos epidemiológicos en redes: una presentación introductoria. Colombia: Universidad Nacional de Colombia [actualizado 2023; acceso 24/02/2023]. Disponible en: <https://repository.urosario.edu.co/handle/10336/28142>
34. Palú A, Vera M, Orozco M, Brito A. Gestión espacial de riesgos entomoecológicos en Santiago de Cuba. *Medisan*[Internet]. 2017[acceso 24/02/2023];21(6):695-702. Disponible en: <https://medisan.sld.cu/index.php/san/article/view/426>

Conflicto de intereses

Los autores no declaran conflictos de intereses.

Contribución de los autores

Conceptualización: Marisleydis Ávila Velásquez, Naifi Hierrezuelo Rojas

Curación de datos: Marisleydis Ávila Velásquez, Naifi Hierrezuelo Rojas

Análisis formal: Osvaldo Borrero Cobas, Alfredo Hernández Magdariaga

Adquisición de fondos: Lourdes Marbelys Velásquez Ferreira

Investigación: Marisleydis Ávila Velásquez, Naifi Hierrezuelo Rojas, Osvaldo Borrero Cobas, Alfredo Hernández Magdariaga

Metodología: Marisleydis Ávila Velásquez, Naifi Hierrezuelo Rojas, Osvaldo Borrero Cobas, Alfredo Hernández Magdariaga

Administración del proyecto: Lourdes Marbelys Velásquez Ferreira

Recursos: Lourdes Marbelys Velásquez Ferreira

Software: Lourdes Marbelys Velásquez Ferreira 10. Supervisión: xxxxxx

Validación: Marisleydis Ávila Velásquez, Naifi Hierrezuelo Rojas, Osvaldo Borrero Cobas, Alfredo Hernández Magdariaga

Visualización: Marisleydis Ávila Velásquez, Naifi Hierrezuelo Rojas, Osvaldo Borrero Cobas, Alfredo Hernández Magdariaga

Redacción–borrador original: Marisleydis Ávila Velásquez, Naifi Hierrezuelo Rojas, Osvaldo Borrero Cobas, Alfredo Hernández Magdariaga, Lourdes Marbelys Velásquez Ferreira

Redacción–revisión y edición: Marisleydis Ávila Velásquez, Naifi Hierrezuelo Rojas, Osvaldo Borrero Cobas, Alfredo Hernández Magdariaga, Lourdes Marbelys Velásquez Ferreira