



Caracterización epidemiológica de los casos de morbilidad materna extremadamente grave

Epidemiological characterization of cases of extremely severe maternal morbidity

Otoniel Fajardo Rodríguez^{1*} <https://orcid.org/0009-0001-9375-3364>

Ernesto Rodríguez Quiñones¹ <https://orcid.org/0009-0001-5558-6251>

Hugo Fernández Borbón² <https://orcid.org/0000-0003-4021-3847>

¹Hospital General Docente Provincial Abel Santamaría Cuadrado. Pinar del Río, Cuba.

²Policlínico Universitario "Hermanos Cruz". Pinar del Río, Cuba.

*Autor para la correspondencia. Correo electrónico: otofaja@gmail.com

RESUMEN

Introducción: La morbilidad materna extremadamente grave es un indicador de gran valor para evaluar el desarrollo de un país.

Objetivo: Determinar los factores asociados a la morbilidad materna extremadamente grave.

Métodos: Se realizó una investigación observacional, transversal y analítica, en el Hospital General Docente Provincial "Abel Santamaría Cuadrado" de Pinar del Río, desde enero del 2018 hasta diciembre del 2022. La muestra quedó constituida por las pacientes obstétricas que ingresaron en sala de cuidados intensivos por morbilidad extremadamente grave, según criterios de la Organización Mundial de la Salud. Las variables analizadas fueron: año del diagnóstico, momento de ocurrencia, relación con la cesárea, presencia de trombosis venosa profunda y presencia de sepsis puerperal. La información se analizó según frecuencias



absolutas, porcentaje y pruebas estadísticas como: índice de letalidad, *odds ratio*, p-valor, intervalo de confianza del 95 % y *ji* cuadrado.

Resultados: Entre 2018 y 2022, la morbilidad materna extremadamente grave se incrementó de 7,40 a 30,70 por cada 1000 nacidos vivos, con una prevalencia de 18,31. La tasa de letalidad durante los 5 años fue 2,66 %. Se encontró mayor frecuencia en pacientes con cesárea (34,44 %) y la cesárea como causa representó el 16,04 %. La trombosis venosa profunda y la sepsis puerperal en los casos de mortalidad materna extremadamente grave fueron alrededor de 6 veces más frecuente en las pacientes con cesárea.

Conclusiones: La morbilidad materna extremadamente grave se asocia a la mortalidad materna y tiene una relación significativa con la operación cesárea.

Palabras clave: morbilidad materna; morbilidad materna extremadamente grave; mortalidad materna.

ABSTRACT

Introduction: Extremely severe maternal morbidity is a valuable indicator for assessing a country's development.

Objective: To determine the factors associated with extremely severe maternal morbidity.

Methods: An observational, cross-sectional, and analytical study was conducted at the "Abel Santamaría Cuadrado" Provincial General Teaching Hospital in Pinar del Río, from January 2018 to December 2022. The sample consisted of obstetric patients admitted to the intensive care unit for extremely severe morbidity, according to World Health Organization criteria. The variables analyzed were: year of diagnosis, time of occurrence, relationship to cesarean section, presence of deep vein thrombosis, and presence of puerperal sepsis. The information was analyzed according to absolute frequencies, percentages, and statistical tests such as the case fatality rate, odds ratio, p-value, 95% confidence interval, and chi-square test.

Results: Between 2018 and 2022, extremely severe maternal morbidity increased from 7.40 to 30.70 per 1,000 live births, with a prevalence of 18.31. The 5-year case fatality rate was 2.66%. It was more common in patients who underwent cesarean section (34.44%), and cesarean



section accounted for 16.04%. Deep vein thrombosis and puerperal sepsis in cases of extremely severe maternal mortality were approximately six times more common in patients who underwent cesarean section.

Conclusions: Extremely severe maternal morbidity is associated with maternal mortality and has a significant relationship with cesarean section.

Keywords: extremely severe maternal morbidity; maternal morbidity; maternal mortality.

Recibido: 29/02/2024

Aprobado: 30/06/2025

INTRODUCCIÓN

La morbilidad materna extremadamente grave (MMEG) se define como la mujer que casi muere por complicación del embarazo, el parto o el puerperio. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), es un indicador de gran valor para evaluar el desarrollo de un país. Además, permite pronosticar el comportamiento de la mortalidad materna desde el punto de vista epidemiológico.⁽¹⁾

La cesárea se asocia a la MMEG, con evidencias científicas que establecen que del 12 al 15 % se asocian con complicaciones. Entre las más frecuentes se encuentran accidentes anestésicos, fenómenos tromboembólicos, hemorragias e infecciones. Aunque con los cambios que han existido en cuanto al uso de anestésicos, antimicrobianos y hemoderivados, estas han disminuido considerablemente. La incidencia de morbilidad obstétrica grave oscila entre el 0,05 y el 1,09 %.⁽²⁾

La MMEG constituye uno de los temas con mayor atención en el mundo debido a su estrecha relación con la mortalidad materna (MM);⁽³⁾ por consiguiente, el Comité de Mortalidad Materna y Perinatal⁽⁴⁾ define sus criterios, que han sido evaluados y comparados con otros sistemas de



predicción de gravedad. Se ha establecido la correlación entre el número de defunciones y la mortalidad materna, con una proporción directa significativa, lo que permite un cálculo de índices y pronóstico ajustados a la población de gestantes y puérperas. Estos aspectos no son ajustados en otras escalas predictivas como la *Acute Physiology And Chronic Health Evaluation* (APACHE) y la *Sequential Organ Failure Assessment Score* (SOFA).⁽⁵⁾

La mortalidad materna en algunos países de América Latina y el Caribe ha disminuido en los últimos años, pero se observa un predominio en grupos vulnerables. Cuba, a pesar de tener uno de los indicadores más bajos en la región, también ha tenido un estancamiento en las últimas décadas, por lo que la solución de este problema de salud constituye el reto principal a superar dentro de los propósitos del Programa de Atención Materno Infantil.⁽⁶⁾

Esta investigación pretende Determinar los factores asociados a la morbilidad materna extremadamente grave.

MÉTODOS

Diseño

Se llevó a cabo una investigación observacional, transversal y analítica, en el Hospital General Docente Provincial "Abel Santamaría Cuadrado" de Pinar del Río Cuba, desde enero 2018 hasta diciembre 2022.

Sujetos

El universo estuvo formado por el total de pacientes obstétricas atendidas en la provincia; mientras que la muestra se formó con todas las pacientes obstétricas que ingresaron en sala de cuidados intensivos por una morbilidad extremadamente grave.

Como criterio de inclusión se tuvo en cuenta toda morbilidad materna extremadamente grave según criterios clínicos, de laboratorio y de manejo, planteados por el Comité de Mortalidad Materna y Perinatal⁽⁴⁾ en el año 2007, determinados por la comisión de atención a la paciente con morbilidad materna extremadamente grave de la provincia.



Variables

Las variables analizadas fueron:

- Año del diagnóstico: según el año en que se realizó el diagnóstico (2018, 2019, 2020, 2021, 2022).
- Momento de ocurrencia: durante el embarazo, durante el parto y puerperio, durante la cesárea y puerperio, durante el aborto y postaborto, durante un embarazo ectópico.
- Relación con la cesárea: Sí o No.
- Presencia de trombosis venosa profunda: Sí o No.
- Presencia de sepsis puerperal: Sí o No.

Procedimientos

Los datos fueron obtenidos de las historias clínicas maternas, solo por el investigador principal, para minimizar el sesgo y garantizar la uniformidad en la recopilación de datos, lo cual se realizó a través de una planilla de recolección de datos, luego de la identificación de los casos que cumplieron los criterios de MMEG.

Procesamiento

Los datos obtenidos de la ficha de recolección fueron llevados a una base de datos. La estadística descriptiva para variables numéricas se obtuvo a través de frecuencias absolutas y porcentajes; se estimó la asociación entre las variables nominales y la variable dependiente a través de la prueba de χ^2 cuadrado. También, se determinó el *odds ratio* (OR) con un $p < 0,05$ y un intervalo de confianza del 95 %. Además, se calculó la razón: relación por cociente que se establece entre la MMEG y los nacidos vivos (NV) ($R: MMEG/NV \times 1000$) y la tasa de letalidad: relación entre la MM y la suma de la MM y la MMEG por 100 (Letalidad: $MM/(MM+MMEG) \times 100$).



Aspectos bioéticos

El estudio fue aprobado por el Comité de Ética e Investigación del Hospital General Docente Provincial "Abel Santamaría Cuadrado" de Pinar del Río. Al ser una revisión de fuente secundaria no se realizó el procedimiento de consentimiento informado.

RESULTADOS

En una serie de 5 años (2018 a 2022) con 27 904 nacidos vivos, se encontró que la prevalencia de morbilidad materna extremadamente grave se incrementó de 7,40 a 30,70 por cada 1000 nacidos vivos; lo que promedia 18,31 por cada 1000 nacidos vivos en el periodo analizado. La tasa de letalidad durante los 5 años de estudio fue de 2,66 % (Tabla 1).

Tabla 1 - Relación de la morbilidad materna extremadamente grave con la mortalidad materna.

Año	NV	MMEG	Razón	MM	Letalidad
2018	6210	46	7,40	1	2,12
2019	6127	83	13,54	0	0
2020	5531	110	19,88	2	2,78
2021	5229	125	23,90	9	6,71
2022	4787	147	30,70	2	1,34
Total	27904	511	18,31	14	2,66

NV: nacidos vivos; MMEG: morbilidad materna extremadamente grave;

MM: mortalidad materna.

En la tabla 2 se muestra que durante la gestación (31,51 %) y durante la cesárea y puerperio (34,44 %), fueron los momentos en los que con mayor frecuencia se produjo la morbilidad materna extremadamente grave.



Tabla 2 - Morbilidad materna extremadamente grave según periodo de ocurrencia

Año	Durante el embarazo		Durante parto y puerperio		Durante cesárea y puerperio		Durante aborto y postaborto		Durante un ectópico		MMEG n
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	
2018	17	36,95	12	26,09	14	30,43	2	4,34	1	2,18	46
2019	26	31,33	22	26,50	25	30,12	2	2,41	8	9,64	83
2020	38	34,54	23	20,91	37	33,64	0	0	12	10,91	110
2021	26	20,80	29	23,20	57	45,60	5	4,06	8	6,40	125
2022	54	36,74	26	17,69	47	29,25	9	6,12	15	10,20	147
Total	161	31,51	112	21,91	176	34,44	18	3,52	44	8,62	511

MMEG: morbilidad materna extremadamente grave.

En la tabla 3 se muestra que solo el 16,04 % de los ingresos en unidades de cuidados intensivos en la provincia tuvieron como causa directa del ingreso una complicación de la cesárea.

Tabla 3 - Relación de la cesárea y la morbilidad materna extremadamente grave

Año	MMEG total	MMEG asociada cesárea		Cesárea como causa directa de MMEG	
	n	n	%	n	%
2018	46	14	30,43	2	4,34
2019	83	25	30,12	11	13,25
2020	110	37	33,66	20	18,18
2021	125	57	45,66	26	20,80
2022	147	43	29,25	23	15,64
Total	511	176	34,44	82	16,04

MMEG: morbilidad materna extremadamente grave.

Se encontró relación directamente proporcional entre la cesárea y los fenómenos tromboembólicos durante el puerperio $X^2= 18,96$; $p < 0,001$; OR: 6,51; IC 95 %: 2,46-17,18 (Tabla 4).


Tabla 4 - Distribución de pacientes con trombosis venosa profunda según la vía del parto

Periodo de ocurrencia	Con trombosis venosa profunda		Sin trombosis venosa profunda		Total n
	n	%	n	%	
Puerperio quirúrgico	22	0,20	11316	99,80	11338
Puerperio posparto	5	0,03	16730	99,97	16735
Total	27	0,10	28046	99,90	28073

 $X^2= 18,96$ $p< 0,001$ OR: 6,51 IC 95 %: 2,46-17,18

Se muestra en la tabla 5 una asociación proporcional entre la cesárea y el ingreso en unidades de terapia intensiva por sepsis puerperal $X^2= 43,15$; $p< 0,001$; OR: 6,30; IC 95 %: 3,36-11,81.

Tabla 5 - Distribución de pacientes con diagnóstico de sepsis puerperal según la vía del parto

Vía del nacimiento	Con sepsis puerperal		Sin sepsis puerperal		Total n
	n	%	n	%	
Cesárea	51	0,45	11287	99,55	11338
Parto	12	0,07	16723	99,93	16735
Total	63	0,22	28010	99,78	28073

 $X^2= 43,15$ $p< 0,001$ OR: 6,30 IC 95 %: 3,36-11,81

DISCUSION

El estudio de la morbilidad de las pacientes maternas extremadamente graves en el Hospital General Docente Provincial "Abel Santamaría Cuadrado" de Pinar del Río, durante diferentes periodos de ocurrencia, permitió describir los factores maternos, perinatales y obstétricos que llevaron a la complicación de la madre en los años investigados. Según *Rigol-Santiesteban* y otros,⁽⁵⁾ en el año 2018, Cuba logra obtener la caracterización de la morbilidad materna extremadamente grave por medio del *software* denominado Halo, en el cual se informan las



pacientes ingresadas con esa condición en las unidades de cuidados intensivos. Además, plantea que ocurrencia de esta condición se ubica después del parto en el 53,2 %.

Otros estudios^(2,5,7) también coinciden en este planteamiento ya que asocian la cesárea con la morbilidad materna grave, un ejemplo es *Quintana González* y otros⁽⁷⁾ en su investigación encuentra, que la cesárea es la vía de parto más frecuente (77,30 %). De esta última, 54,40 % de las pacientes presentan complicaciones, y en 41,30 % la estadía en la unidad de cuidados intensivos es de al menos 48 horas. Existe consenso porque así lo demuestran los estudios de asociación de la cesárea a la morbilidad materna extremadamente grave.^(2,5)

La cesárea asociada a la morbilidad materna extremadamente grave es un hecho, en esta investigación se encontró que un 39,44 % tenía este factor como causa directa de la morbilidad materna extremadamente grave.

Sobre la base de algunos estudios^(8,9) se ha podido comprobar que en EE. UU. aproximadamente 1 de cada 3 nacimientos ocurren por cesárea, de tal forma que la tasa se ha incrementado hasta un 40 % en la última década, lo cual refleja 2 tendencias concurrentes: un incremento de la cesárea primitiva de 14,6 % a un 20 % y un descenso de los partos transpelvianos posterior a la cesárea de un 28,3 % a un 9,2 %. En México⁽⁸⁾ la tasa va en ascenso hasta mostrar cifras del 30 %, y en sectores privados llegar al 80 %. Por otra parte, China⁽⁹⁾ ha experimentado un incremento dramático de la tasa de cesárea con cifras que oscilan entre un 26 % y un 63 %, aunque existen regiones que muestran índices superiores al 70 %. *Hernández-Cabrera* y otros⁽¹⁰⁾ en su investigación coinciden en la alta asociación de gestantes con MMEG y la terminación del embarazo mediante cesárea.

En un estudio analítico de casos y controles realizado por *Vera-Loyola* y otros,⁽¹¹⁾ que incluye a 219 pacientes, 73 casos con morbilidad materna extrema y 146 controles, sanos del Hospital San Bartolomé de Lima, Perú, se observa que los factores asociados a la morbilidad materna extrema, según el análisis multivariado, son: Síndrome Hellp (OR= 21; p= 0,020), hemorragia postparto (OR= 4,9; p= 0,007), parto por cesárea (OR= 6,3; p= 0,002), sobrepeso (OR= 4; p= 0,030) y parto pretérmino (OR= 9,8; p= 0,001).



No obstante, la seguridad que hoy brinda la operación cesárea tanto para la madre como para el feto no está exenta de peligros y riesgos, pues al tratarse de una cirugía mayor puede producir múltiples complicaciones, las cuales no son siempre previsibles o evitables.

El tromboembolismo venoso es una de las principales causas de morbilidad y mortalidad materna. La incidencia estimada durante el embarazo y el período postparto es de 1 a 2 por cada 1000 partos. El riesgo es alto durante el período posparto y en especial, después de un parto por cesárea.⁽¹²⁾

Está bien determinado que cualquier proceder quirúrgico que lleve reposo, administración de fluidos, anestesia de cualquier tipo, más el daño tisular que genera la disección y manipulación de tejidos, más otros muchos factores de riesgos asociados, predisponen a fenómenos tromboembólicos. La cesárea es uno de ellos.⁽¹³⁾

Existen predictores de morbilidad materna grave que son importantes de destacar, debido a que se ha establecido que por cada caso de muerte puede haber hasta 30 casos de morbilidad. Algunos factores identificados son: edad (> 34 años), color de piel negra, exclusión social, historia previa de hemorragia posparto, embarazo múltiple, hipertensión, diabetes mellitus, cesárea de emergencia y anemia.⁽¹⁴⁾

No hay dudas que el costo de la cesárea en relación con el parto, más el refinamiento de la técnica, las condiciones de realización y el tipo de anestesia deciden en gran medida el riesgo de complicación de este proceder.^(15,16)

La sepsis ocurre cuando la respuesta del cuerpo a una infección daña sus propios órganos y tejidos. Si no se reconoce a tiempo y se trata a tiempo, puede progresar hasta el *shock* y muerte. Es una de las principales causas de mortalidad y morbilidad materna en el mundo y representa el 8,3 % de las muertes maternas en Latinoamérica. El mayor factor de riesgo independiente de origen obstétrico está constituido por la intervención quirúrgica y la cesárea, esta última se asocia con un aumento del 5 al 20 % en la morbilidad infecciosa, en comparación con el parto vaginal.⁽¹⁷⁾

La forma de terminación del parto por cesárea se asocia de manera significativa con la sepsis puerperal.⁽¹⁸⁾



La morbilidad materna extremadamente grave se asocia a la mortalidad materna y tiene una relación significativa con la operación cesárea.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Correa Asanza K, Paz Sánchez CE, Albán Meneses C. Morbilidad materna extremadamente grave y mortalidad, indicadores de calidad de la atención obstétrica. Multimed [Internet] 2017 [acceso: 09/05/2022]; 21(3):[Aprox. 22p]. Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/multimed/mul-2017/mul1731.pdf>
2. Ortiz Martínez RA, Moreno Urrea E, Mambuscay Solarte J, Muñoz Daza J. Prevalencia de complicaciones en pacientes sometidas a cesárea en el periodo comprendido entre enero a diciembre del 2016 en el Hospital Universitario San José de Popayán, Colombia 2016. Rev Chil Obstet Ginecol [Internet] 2019 [acceso: 03/05/2022]; 84(6):[Aprox. 14p]. Disponible en: <http://www.scielo.cl/pdf/rchog/v84n6/0717-7526-rchog-84-06-0435.pdf>
3. MINSAP. Morbilidad materna extremadamente grave [Internet]. [acceso: 14/12/2024]. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/amdc/v18n1/2709-7927-amdc-18-01-e1901.pdf>
4. Comité de Mortalidad Materna y Perinatal FLASOG. La vigilancia de la Morbilidad materna extremadamente grave MMEG. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia [Internet]. 2007 [acceso: 05/04/2022]. Disponible en: https://hjmvi.gob.ec/wp-content/uploads/2020/06/Vigilancia_MMEG_FLASOG-2007.pdf
5. Rigol Ricardo O, Santiesteban Alba SR, Obstetricia y Ginecología. [Internet]. 4ª. ed. La Habana. Editorial Ciencias Médicas. 2023. Disponible en: <http://www.bvscuba.sld.cu/libro/obstetricia-y-ginecología-cuarta-edición/.p.595>
6. Colectivo de autores. Principales emergencias obstétricas que causan ingreso en unidades de cuidados intensivos. La Habana: Editorial de Ciencias Médicas 2021. p.159.
7. Quintana González JÁ, Fernández Pacheco Riverón V, Quintana del Junco A. Caracterización de la morbilidad materna extrema en una unidad de cuidados intensivos.



Mediciego [Internet]. 2024 [acceso: 27/02/2024]; 30(0):e3701. Disponible en:

<https://revmediciego.sld.cu/index.php/mediciego/article/view/3701>

8. Bernal García C, Nahín Escobedo Campos C. Cesárea: situación actual y factores asociados en México. Revista Salud Quintana Roo [Internet] 2018 [acceso: 03/05/2022]; 11(40):[Aprox. 6p]. Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/salquintanaroo/aqr-2018/sqr1840e.pdf>

9. Runmei M, Terence TL, Yonghu S, Hong X, Yuqin T, Jion K, et al. Practice audits to reduce caesareans in a tertiary referral hospital in south-western China. Bull World Health Organ [Internet]. 2012 [acceso: 03/05/2022]; 90: [Aprox. 7p]. Disponible en:

<http://www.pubmed.ncbi.nlm.gov/22807594/>

10. Hernández Cabrera Y, León Ornelas ME, Díaz Puebla JL, Ocampo Sánchez A, Rodríguez Márquez A, Ruiz Hernández M. Caracterización clínica de pacientes con morbilidad materna extremadamente grave y su repercusión perinatal. Cienfuegos 2016-2018. Medisur [Internet]. 2020 [acceso: 27/02/2024]; 18(5):789-99. Disponible en:

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-897X2020000500789&lng=es

11. Vera- Loyola E, Villar Chamorro A, Ramirez Cabrera J, Csetovic A, Cruzate Cabrejos V, Porterico JA, et al. Factores de riesgo asociados a la morbilidad materna extrema. Rev Cubana Med Milit [Internet]. 2024 [acceso: 24/02/2024]; 53(3):e21454. Disponible en:

<https://revmedmilitar.sld.cu/index.php/mil/article/view/21454>

12. Middleton P, Shepherd E, Gomersall JC. Venous thromboembolism prophylaxis for women at risk during pregnancy and the early postnatal period. Cochrane Libr [Internet]. 2021 [acceso: 27/02/2024]; 2021(3). Disponible en:

https://www.cochrane.org/es/CD001689/PREG_prevencion-de-la-tromboembolia-venosa-en-las-mujeres-durante-el-embarazo-el-parto-y-el-posparto

13. American College of Obstetricians and Gynecologists' Committee on Practice Bulletins—Obstetrics. ACOG Practice Bulletin No. 196: Thromboembolism in Pregnancy. Obstet Gynecol. 2018; 132(1):e1-e17. DOI: <https://doi.org/10.1097/AOG.0000000000002706>



14. Millán MM, Mendoza A. Factores relacionados con la cesárea primitiva. Rev Cubana Obstet Ginecol [Internet]. 2010 [acceso: 03/05/2022]; 36(3): [Aprox. 8 p.]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0138-600X2010000300007&lng=es
15. Manrique Abril FG, Herrera Amaya GM, Bernal BM, Cuevas OM, Manrique OV, Santos DM, et al. Cesárea hoy, riesgo vs protección materno fetal. Rev salud hist sanid [Internet]. 2017 [acceso: 03/05/2022]; 12(3):[Aprox. 14p]. Disponible en https://www.academia.edu/109534744/Ces%C3%A1rea_Hoy_Riesgo_vs_Protecci%C3%B3n_Materno_Fetal
16. Zúniga Briceño AI. Clasificación de cesáreas según el modelo de Robson, Unidad Obstétrica, Hospital General San Felipe, Honduras, abril-junio de 2017. Revista Colombiana de Obstetricia y Ginecología [Internet] 2019 [acceso: 09/05/2022]; 70(1):e3186. Disponible en: <http://www.revista.focolsog.org/index.php/rcog/article/view/3186/3356>
17. Yard Foster YY, Núñez Ortega JM, Correoso Guevara JD. Sepsis obstétrica. Rev cuba obstet ginecol [Internet]. 2023 [acceso: 28/02/2024]; 47(1):e664. Disponible en: <https://revginecobstetricia.sld.cu/index.php/gin/article/view/48>
18. Céspedes-Fernández Pedro Luis, Díaz-Martínez Annia, Vázquez-Nassiff Juan José, Céspedes-Díaz Pedro Enrique. Factores asociados a la presentación de sepsis puerperal en provincia Guantánamo, 2017-2018. Rev inf cient [Internet]. 2020 [acceso: 21/02/2024]; 99(1):12-19. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-99332020000100012&lng=es

Conflictos de interés

Los autores declaran que no hubo conflicto de intereses en la elaboración de la investigación.

Contribución de los autores

Conceptualización: *Otoniel Fajardo Rodríguez, Ernesto Rodríguez Quiñones*

Curación de datos: *Hugo Fernández Borbón, Otoniel Fajardo Rodríguez*



Análisis formal: *Otoniel Fajardo Rodríguez, Ernesto Rodríguez Quiñones*

Investigación: *Otoniel Fajardo Rodríguez, Ernesto Rodríguez Quiñones, Hugo Fernández Borbón*

Metodología: *Otoniel Fajardo Rodríguez, Hugo Fernández Borbón*

Administración del proyecto: *Otoniel Fajardo Rodríguez*

Software: *Ernesto Rodríguez Quiñones, Hugo Fernández Borbón*

Supervisión: *Hugo Fernández Borbón*

Validación: *Otoniel Fajardo Rodríguez, Ernesto Rodríguez Quiñones, Hugo Fernández Borbón*

Visualización: *Otoniel Fajardo Rodríguez, Ernesto Rodríguez Quiñones*

Redacción-borrador original: *Hugo Fernández Borbón, Otoniel Fajardo Rodríguez*

Redacción-revisión y edición: *Otoniel Fajardo Rodríguez, Hugo Fernández Borbón*