

## Relación del ritmo de repetición del CrossFit *WOD Karen* con la frecuencia cardíaca y el esfuerzo percibido

Relationship of Crossfit wod Karen repetition rate to heart rate and perceived exertion

Brian Johan Bustos-Viviescas<sup>1\*</sup> <https://orcid.org/0000-0002-4720-9018>

Luis Alfredo Duran Luna<sup>2</sup> <https://orcid.org/0000-0001-7749-1678>

Andrés Alonso Acevedo-Mindiola<sup>2</sup> <https://orcid.org/0000-0003-0125-7265>

Carlos Enrique García Yerena<sup>2</sup> <https://orcid.org/0000-0002-9973-552X>

Rony David Merchán Osorio<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0001-6784-4433>

Gloria Cristina Cárdenas Gonzalez<sup>3</sup> <https://orcid.org/0000-0002-2317-7031>

<sup>1</sup>Fundación Universitaria Juan de Castellanos. Tunja, Colombia.

<sup>2</sup>Universidad de Pamplona. Norte de Santander, Colombia.

<sup>3</sup>Universidad de Cundinamarca. Cundinamarca, Colombia.

\*Autor para correspondencia: [bjbustos@jdc.edu.co](mailto:bjbustos@jdc.edu.co)

### RESUMEN

**Introducción:** El CrossFit representa un paradigma interesante del *fitness* para los profesionales del ejercicio y la medicina deportiva. No obstante, aún se desconoce si el ritmo de repetición influye en las respuestas cardiovasculares y la percepción del esfuerzo en este tipo de entrenamiento físico.

**Objetivo:** Relacionar el ritmo de repetición del CrossFit *WOD Karen* con la frecuencia cardíaca y el esfuerzo percibido en sujetos físicamente activos.

**Métodos:** Se realizó un estudio descriptivo-correlacional de enfoque cuantitativo a una muestra no probabilística de 20 sujetos. Durante la aplicación de la prueba *WOD Karen* y el test *Course-Navette*, la frecuencia cardíaca se monitoreó a través de pulsómetros Polar H7; el esfuerzo percibido se valoró con la escala de *Borg CR-10* y el ritmo de repetición se calculó mediante una ecuación matemática. Los datos se analizaron con el paquete estadístico PSPP y se empleó el coeficiente de correlación de *Spearman*.

**Resultados:** La intensidad relativa del entrenamiento ( $r = -0,67$ ) y la percepción subjetiva del esfuerzo ( $r = -0,68$ ) se relacionan negativamente en las mujeres. En ambos sexos no existió significación ( $p < 0,05$ ).

**Conclusión:** Las mujeres con un ritmo de repetición más rápido presentaron una frecuencia cardíaca y un esfuerzo percibido más bajo.

**Palabras clave:** ejercicio; *fitness* físico; medicina deportiva; salud pública.

## ABSTRACT

**Introduction:** CrossFit represents an interesting fitness paradigm for exercise and sports medicine professionals. However, it is still unknown whether the repetition rate of this type of physical training influences cardiovascular responses and perceived exertion.

**Objective:** To find the relation between the repetition rate of the CrossFit WOD Karen to heart rate and the perceived exertion in physically active subjects.

**Methods:** A descriptive-correlational study with a quantitative approach was performed with a non-probabilistic sample of 20 subjects. During the application of the WOD Karen test and the Course-Navette test, heart rate was monitored with pulsometers; perceived exertion was assessed through the Borg CR-10 scale and repetition rate was calculated using a mathematical equation. Data were analyzed with the PSPP statistical package and the Spearman's correlation coefficient was used.

**Results:** Relative training intensity ( $r = -0.67$ ) and subjective perception of effort ( $r = -0.68$ ) were negatively related in women. In both genders there was no significance ( $p < 0.05$ ).

**Conclusion:** Women with a faster repetition rate had a lower heart rate and lower perceived exertion.

**Keywords:** exercise; physical fitness; sports medicine; public health.

Recibido: 27/08/2020

Aceptado: 15/04/2021

## Introducción

El programa de entrenamiento CrossFit resulta una de las prácticas deportivas de mayor crecimiento en el mundo, de acuerdo con los datos del sitio web oficial <https://www.crossfit.com/>. En 2000 había 6500 gimnasios afiliados en Estados Unidos y en 2014 ya existían 10 000 afiliaciones en todo el mundo.<sup>(1,2)</sup> Esta aceptación se debe al sentido de camaradería y comunidad, y a la conversión del *fitness* en un deporte competitivo que genera satisfacción y motivación entre los usuarios.<sup>(3,4)</sup>

El CrossFit se caracteriza por su corta duración, alta intensidad, intervalos de descansos cortos y una concentración no superior a los 20 min. Permite aumentar significativamente el consumo máximo de oxígeno ( $VO_2$  máx), la resistencia a la fuerza, la fuerza explosiva, la flexibilidad articular y la coordinación dinámica general; por ello, se cataloga como un efectivo programa de ejercicio para adultos sanos que abogan por la diversidad en las actividades físico-deportivas.<sup>(5)</sup>

Las personas que practican el CrossFit desarrollan su aptitud física; mejoran y mantienen la potencia y resistencia muscular, la elasticidad, la movilidad articular y la composición corporal; en cuanto a la tolerancia aeróbica-anaeróbica, incrementan su capacidad fisiológica al optimizar la respiración, reducir la presión arterial<sup>(6)</sup> y estimular el sistema venoso con la irrigación de la sangre oxigenada desde el corazón hacia los tejidos.<sup>(7)</sup>

Entre otros beneficios comprobados se encuentran las adaptaciones del sistema cardiovascular y el sistema nervioso parasimpático gracias al control del neurotransmisor acetilcolina, que aminora la frecuencia cardíaca, conserva la energía y estimula las dopaminas, responsables de los estados de relajación y descanso.<sup>(8)</sup>

El CrossFit ha alcanzado gran importancia a nivel científico por su rápida masificación. Los investigadores estudian los progresos en el estado físico,<sup>(9)</sup> su relación con la capacidad aeróbica,<sup>(10)</sup> la aplicación de programas dirigidos al

entrenamiento militar,<sup>(11)</sup> los predictores fisiológicos para el rendimiento de la práctica deportiva<sup>(12)</sup> y la incidencia de lesiones en los atletas que lo practican.<sup>(2)</sup>

La literatura sobre el tema no establece ninguna propuesta que relacione el ritmo de ejecución con la frecuencia cardíaca en programas de entrenamiento de CrossFit. Por consiguiente, el objetivo del presente estudio fue relacionar el ritmo de repetición del CrossFit *WOD Karen* con la frecuencia cardíaca y el esfuerzo percibido en sujetos físicamente activos.

## Métodos

Esta investigación se deriva del proyecto “Análisis de la condición física a través de la musculación y el *fitness* en universitarios físicamente activos”. Se realizó un estudio descriptivo-correlacional de enfoque cuantitativo con una muestra no probabilística, que se conformó por 13 hombres y 7 mujeres del programa de Licenciatura en Educación Básica con énfasis en Educación Física, Recreación y Deportes de la Universidad de Pamplona, extensión Villa del Rosario. Las pruebas antropométricas se desarrollaron a las 6:00 am, en condiciones de ayuno, en la ciudad de Cúcuta, ubicada a 320 metros sobre el nivel del mar. Se determinaron la talla, la masa y el índice de masa corporal. Se midió con un tallímetro de pared Seca 206 (0-220 cm, precisión 1 mm) y se pesó con una báscula TANITA BC-730 (precisión 100 g) (tabla 1).

Tabla 1 - Características generales

Participantes (n = 20)	Edad	Masa corporal (kg)	Talla (m)	IMC (kg/m <sup>2</sup> )
Hombres (n = 13)	22,58	67,03	1,73	22,24
	2,04	8,99	0,06	2,35
Mujeres (n = 7)	24,14	62,33	1,56	24,69
	2,34	14,60	0,03	6,04

Se excluyeron los estudiantes con enfermedades cardiovasculares, metabólicas, o patologías que afectaran la fuerza muscular y causaran molestias durante la evaluación. Igualmente, se descartaron los alumnos inactivos, los que habían sufrido una lesión grave en los últimos tres meses, o habían participado en un programa de entrenamiento de alta intensidad con ejercicios similares.

El *test* de *Course-Navette* consiste en recorrer una distancia de 20 m y mantener el ritmo impuesto por una señal sonora que se incrementa 0,5 km/h en cada período. En este caso se empleó para estimar la frecuencia cardíaca máxima, inició con una velocidad de 8,5 km/h y terminó cuando el individuo no completaba el recorrido o decidía no continuar.<sup>(13)</sup> Los que no pudieron mantener la velocidad impuesta, o se retiraron voluntariamente, se descartaron del *test* y se les consideró el último período alcanzado. La frecuencia cardíaca final y máxima de los participantes se registró en cada fase de la prueba hasta que llegaron al agotamiento.

Pasadas 48 h se efectuó el *WOD Karen*, a las 4:00 pm, cuando se entrenaba en el centro de acondicionamiento físico. Debían hacerse 150 lanzamientos del balón a la pared en el menor tiempo posible. Los hombres usaron una pelota de 20 libras para lanzar a una altura de 3 metros, y las mujeres, una pelota de 14 libras para enviarla 2,5 metros. La frecuencia cardíaca media del entrenamiento se determinó en cinco registros: al completar 30, 60, 90, 120 y 150 repeticiones. Estos registros se hicieron de forma ininterrumpida para que la sesión se desarrollara con normalidad. La frecuencia cardíaca se registró con un pulsómetro Polar H7 por integrantes del equipo de investigación.

Para evaluar el esfuerzo percibido en el *test* de *Course-Navette* se aplicó la versión modificada de la escala CR-10 de *Borg* (tabla 2).<sup>(14)</sup> Esta se organiza en categorías que relacionan números con expresiones verbales para ubicar la percepción subjetiva del sujeto, comparar los índices con las intensidades y determinar un nivel de intensidad específico.

**Tabla 2 - Escala de esfuerzo de *Borg***

Puntaje	Descripción
0	
1	Extremadamente ligero
2	Ligero
3	Moderado
4	-
5	Duro
6	-
7	Muy duro
8	-
9	-
10	Extremadamente duro

Al finalizar el entrenamiento *WOD Karen* se preguntó qué tan difícil había sido el ejercicio. Este método resultó válido para el entrenamiento funcional de alta intensidad con sujetos físicamente activos.<sup>(15)</sup> Para facilitar de forma visual el objetivo prescrito se utilizó la siguiente figura:



Fig. - Escala de percepción subjetiva del esfuerzo para entrenamiento funcional de alta intensidad.<sup>(16)</sup>

El análisis estadístico se llevó a cabo en el paquete PSPP (licencia libre). En este *software* se empleó el coeficiente de *Spearman* para relacionar el ritmo de repetición con la respuesta cardiovascular y la escala de percepción subjetiva del esfuerzo.

En la tabla 3 se presentan las ecuaciones empleadas en la investigación.

Tabla 3 - Ecuaciones

Variable	Ecuación utilizada
Frecuencia cardíaca media	$FC \text{ media (ppm)} = (FC_{30 \text{ rep}} + FC_{\text{rep}60} + FC_{\text{rep}90} + FC_{120 \text{ rep}} + FC_{150 \text{ rep}}) / 5$
Intensidad relativa	$FC_{\text{máx}} (\%) = (FC_{\text{media}} / FC_{\text{máx}}) * 100$
Ritmo de repetición	$\text{Ritmo de repetición (rep}^* \text{seg)} = \text{Trabajo mecánico (repeticiones)} / \text{segundos}$

La investigación cuenta con el aval del comité de ética e impacto ambiental de la Universidad de Pamplona, por medio del Acta No. 002 de 4 de marzo de 2019. Tuvo en cuenta los criterios establecidos por la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial<sup>(17)</sup> y los estándares éticos para estudios en ciencias del deporte y del ejercicio.<sup>(18)</sup> Se consideraron, además, las normas expuestas en la Resolución No. 008430 de 1993, emitida por Ministerio de Salud de la República de Colombia, en la cual, según su artículo 11 numeral C, este estudio se clasifica de riesgo mayor que el mínimo.<sup>(19)</sup>

## Resultados

El *WOD Karen* tuvo una intensidad alta (> 90 % FCmáx) y se estimó como muy duro (RPE > 8) para ambos sexos. Los hombres registraron menores tiempos y esto se refleja en un mayor ritmo de repetición (tabla 4).

**Tabla 4** - Intensidad, esfuerzo percibido y ritmo de repetición

Participantes (n = 20)	Intensidad (% FCmáx)	Borg (RPE)	WOD Karen (seg)	WOD Karen (reps/seg)
Hombres (n = 13)	92,55	8,46	496,54	0,32
	2,97	1,13	162,34	0,08
Mujeres (n = 7)	94,17	8,43	550,29	0,27
	3,27	1,40	23,95	0,01

Se evidenció una relación negativa entre la intensidad del entrenamiento ( $r = -0,67$ ) y la percepción subjetiva del esfuerzo ( $r = -0,68$ ) con el ritmo de repetición en las mujeres; sin embargo, para ambos sexos no hubo niveles significativos ( $p > 0,05$ ) (tabla 5).

**Tabla 5** - Relación entre el ritmo de repetición e intensidad del *WOD Karen*

Hombres		WOD Karen (% FCmáx)	WOD Karen (Borg)
WOD Karen (Reps*seg)	Coef. Spearman	-0,01	-0,02
	Sig. (p-valor)	0,97	0,95
Mujeres		WOD Karen (% FCmáx)	WOD Karen (Borg)
WOD Karen	Coef. Spearman	-0,67	-0,68

(Reps*seg)	Sig. (p-valor)	0,10	0,10
------------	----------------	------	------

\* Correlación significativa ( $p < 0,05$ ); \*\* Correlación muy significativa ( $p < 0,01$ ).

## Discusión

Este se considera el primer estudio que relaciona el ritmo de repetición durante un entrenamiento de CrossFit con las respuestas cardiovasculares y la percepción subjetiva en sujetos físicamente activos; por tanto, no se pudieron comparar estas variables con otras investigaciones.

Los entrenamientos más cortos permiten un mayor ritmo de repetición, y representan diferencias notables en las respuestas cardiovasculares y la percepción del esfuerzo; sin embargo, no se determinaron diferencias significativas en un *WOD* de 21-15-9 repeticiones, dominadas en el menor tiempo posible (*WOD Fran*: 0,16 reps\*seg;  $95,4 \pm 3,0$  % FCmáx;  $8,4 \pm 0,9$  RPE) y un *WOD* calisténico de 5 dominadas, 10 flexiones y 15 sentadillas, que acumuló la mayor cantidad de trabajo mecánico en 20 min (*WOD Cindy*:  $97,4 \pm 2,4$  % FC máx y  $8,0 \pm 0,9$  RPE).<sup>(20)</sup>

Igualmente, un *WOD* en bloques de 1 min de lanzamientos de balón medicinal, peso muerto sumo con jalones altos, saltos a cajón, *press* de hombros y máquina de remo (*Fight Gone Bad*: 0,32 reps\*seg - 17 minutos;  $184,4 \pm 4,1$  ppm) no tuvo distinciones del *WOD Fran* (0,37 reps\*seg - 4 minutos aproximadamente;  $182,0 \pm 5,2$  ppm).<sup>(21)</sup> Otro trabajo comparó el *WOD Fran* (0,36 reps\*seg;  $176 \pm 6$  ppm;  $91 \pm 4$  % de FCmáx;  $8,7 \pm 0,9$  RPE) y un *WOD Fight Gone Bad* (0,29 reps\*seg;  $174 \pm 3$  ppm;  $90 \pm 3$  % FCmáx;  $9,6 \pm 0,5$  RPE), mas no encontró divergencias entre ellos.<sup>(22)</sup>

Por otra parte, se contrastaron las respuestas en la fatiga cardiometabólica y muscular en tres entrenamientos de CrossFit (*WOD Cindy*:  $23,53 \pm 3,88$  rondas; *WOD Tabata* de saltos dobles: 89,75 repeticiones aproximadamente; y un *WOD AMRAP* de cargadas de potencia:  $109,37 \pm 24,83$  repeticiones) y se describieron disparidades en la frecuencia cardíaca media ( $p = 0,010$ ) y la percepción subjetiva del esfuerzo general ( $p = 0,000$ ).<sup>(23)</sup>

Esto sugiere que el diseño del *WOD* (*For Time, An Many Reps An Possible, Every Minute On Minute*, entre otros) y los ejercicios seleccionados (levantamiento, calisténicos o aeróbicos) resultan determinantes en las respuestas cardiovasculares y el esfuerzo percibido en sujetos físicamente activos, porque en el entrenamiento de fuerza un mayor descanso entre series se asocia con

respuestas cardiovasculares más bajas, independientemente de la carga de trabajo.<sup>(24)</sup>

Una comparación de dos condiciones de sesión de entrenamiento funcional de alta intensidad (*all-out* y autorregulada) evidenció que la percepción subjetiva del esfuerzo se asocia significativamente ( $p = 0,026$ ;  $r = 0,55$ ) con el trabajo mecánico (repeticiones logradas);<sup>(16)</sup> es decir, a mayor cantidad de trabajo mecánico se eleva más la percepción subjetiva. En consecuencia, la autorregulación resulta una alternativa favorable para normalizar las cargas de entrenamiento de alta intensidad cuando no se puede valorar la frecuencia cardíaca en una gran cantidad de participantes. Asimismo, según el tipo de esfuerzo y su duración podría repercutir directamente en las respuestas durante las sesiones de CrossFit.

Se recomienda a los médicos y profesionales del deporte, relacionados con este tipo de ejercicio, emplear el ritmo de repetición por medio de la autorregulación del esfuerzo percibido cuando consideren pertinente regular las cargas de trabajo. Se debe garantizar una adecuada progresión del entrenamiento en esta modalidad para prevenir lesiones musculares graves.<sup>(25)</sup>

Por último, se recomienda continuar las investigaciones en CrossFit porque son escasos los trabajos con una adecuada progresión y planificación de este en diferentes poblaciones del ámbito clínico y deportivo. Las mujeres participantes con un ritmo de repetición más rápido presentaron una frecuencia cardíaca y esfuerzo percibido más bajo.

## Referencias bibliográficas

1. Kalin FE. Nosotros hacemos CrossFit: etnografía sobre identidades deportivas Educación Física y Ciencia. Educ Fís Cienc. 2017;19(2):1-14. DOI: <https://doi.org/10.24215/23142561e030>
2. Mehrab M, de Vos RJ, Kraan GA, Mathijssen NMC. Injury incidence and patterns among dutch crossFit athletes. Orthop J Sport Med. 2017;5(12). DOI: <https://doi.org/10.1177/2325967117745263>
3. Claudino JG, Gabbett TJ, Bourgeois F, Souza H de S, Miranda RC, Mezêncio B, et al. CrossFit overview: systematic review and meta-analysis. Sport Med Open. 2018;4(1). DOI: <https://doi.org/10.1186/s40798-018-0124-5>

4. Maxwell C, Ruth K, Friesen C. Sports nutrition knowledge, perceptions, resources, and advice given by certified crossFit trainers. *Sports*. 2017;5(2):21. DOI: <https://doi.org/10.3390/sports5020021>
5. Meyer J, Morrison J, Zuniga J. The benefits and risks of CrossFit: A systematic review. *Work Heal Saf*. 2017;65(12):612-8. DOI: <https://doi.org/10.1177/2165079916685568>
6. Burr JF, Beck JL, Durocher JJ. The relationship of high-intensity cross-training with arterial stiffness. *J Sport Heal Sci*. 2019;8(4):370-5. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2017.01.009>
7. López J, Fernández A. *Fisiología del Ejercicio*. 3 ed. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana; 2006.
8. Wilmore JH, Costill DL. *Fisiología del esfuerzo y del deporte*. 5 ed. Barcelona: Paidotribo; 2004.
9. Cosgrove SJ, Crawford DA, Heinrich KM. Multiple fitness improvements found after 6-months of high intensity functional training. *Sports*. 2019;7(9):203. DOI: <https://doi.org/10.3390/sports7090203>
10. Bellar D, Hatchett A, Judge LW, Breaux ME, Marcus L. Herthe relationship of aerobic capacity, anaerobic peak power and experience to performance in CrossFit exercise. *Biol Sport*. 2015;32(4):315-20. DOI: <https://doi.org/10.5604%2F20831862.1174771>
11. Poston WSC, Haddock CK, Heinrich KM, Jahnke SA, Jitnarin N, Batchelor DB. Is high-intensity functional training (HIFT)/CrossFit safe for military fitness training? *Mil Med*. 2016;181(7):627-37. DOI: <https://doi.org/10.7205/MILMED-D-15-00273>
12. Martínez R, Valenzuela PL, Alejo LB, Gil J, Montalvo A, Talavera E, *et al*. Physiological predictors of competition performance in crossfit athletes. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(10):3699. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph17103699>
13. Léger LA, Lambert J. A maximal multistage 20-m shuttle run test to predict VO<sub>2</sub> max. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1982;49(1):1-12. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00428958>
14. Borg G. A category scale with ratio properties for intermodal and interindividual comparison. En: Geissler H, Petzold P, compiladores. *Psychophysical judgment and the process of perception*. Berlín: VEB DeutscherVerlag der Wissenschaften; 1982. p. 25-34.

15. Bustos BJ, Arévalo DE, Acevedo AA, Castellanos JS. Cuantificación del entrenamiento funcional mediante la valoración del esfuerzo percibido en sujetos físicamente activos. *Cuorp Cult Mov.* 2019;9(2):73-89. DOI: <https://doi.org/10.15332/2422474x/5362>
16. Alsamir R, Frade NM, Prestes J, da Cunha D, Ernesto C, Falk JH, *et al.* Is perceived exertion a useful indicator of the metabolic and cardiovascular responses to a metabolic conditioning session of functional fitness? *Sports.* 2019;7(7):161. DOI: <https://doi.org/10.3390/sports7070161>
17. Asociación Médica Mundial (AMM). Declaración de Helsinki de la AMM- Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos. Pamplona: AMM; 2013 [acceso 27/07/2020]. Disponible en: <http://www.redsamid.net/archivos/201606/2013-declaracion-helsinki-brasil.pdf?1>
18. Harriss DJ, Atkinson G. Ethical standards in sport and exercise science research: 2014 update. *Int J Sports Med.* 2013;34(12):1025-8. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-0033-1358756>
19. Ministerio de Salud de Colombia. Resolución 8430 de 1993. [acceso 27/07/2020]. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/RES/OLUCION-8430-DE-1993.PDF>
20. Alsamir R, Frade NM, Veloso G, Prestes J, Fett C, Gabett T, *et al.* Validity of session rating perceived exertion method for quantifying internal training load during high-intensity functional training. *Sports.* 2018;6(3):68. DOI: <https://doi.org/10.3390/sports6030068>
21. Fernández J, Sabido R, Moya D, Sarabia JM, Moya M. Acute physiological responses during CrossFit workouts. *Eur J Hum Mov.* 2015 [acceso 27/07/2020];35:114-24. Disponible en: <https://www.eurjhm.com/index.php/eurjhm/article/view/362>
22. Alsamir R, Frade NM, Prestes J, Azevedo F. Lactate, heart rate and rating of perceived exertion responses to shorter and longer duration CrossFit training sessions. *J Funct Morphol Kinesiol.* 2018;3(4):60. DOI: <https://doi.org/10.3390/jfmk3040060>
23. Maté JL, Lougedo JH, Barba M, Cañuelo AM, Guodemar J, García P, *et al.* Cardiometabolic and muscular fatigue responses to different CrossFit workouts. *J Sports Sci Med.* 2018 [acceso 27/07/2020];17(4):668-79. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30479537>

24. Castinheiras AG, Rodrigues I, Veras PT. Respostas cardiovasculares ao exercício resistido são afetadas pela carga e intervalos entre séries. Arq Bras Cardiol. 2010;95(4):493-501. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0066-782x2010001400012>

25. Drum SN, Bellovary BN, Jensen RL, Moore MT, Donath L. Perceived demands and postexercise physical dysfunction in CrossFit compared to an ACSM based training session. J Sports Med Phys Fitness. 2017;57(5):604-9. DOI: <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.16.06243-5>

### Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

### Contribuciones de los autores

*Conceptualización:* Brian Johan Bustos-Viviescas.

*Curación de datos:* Brian Johan Bustos-Viviescas y Carlos Enrique García-Yerena.

*Análisis formal:* Brian Johan Bustos-Viviescas, Rony David Merchán Osorio y Gloria Cristina Cárdenas Gonzalez.

*Adquisición de fondos:* Brian Johan Bustos-Viviescas, Andrés Alonso Acevedo-Mindiola y Carlos Enrique García-Yerena.

*Investigación:* Brian Johan Bustos-Viviescas, Andrés Alonso Acevedo-Mindiola y Luis Alfredo Duran Luna.

*Metodología:* Brian Johan Bustos-Viviescas, Andrés Alonso Acevedo-Mindiola y Luis Alfredo Duran Luna.

*Administración del proyecto:* Brian Johan Bustos-Viviescas, Andrés Alonso Acevedo-Mindiola y Luis Alfredo Duran Luna.

*Recursos:* Brian Johan Bustos-Viviescas, Andrés Alonso Acevedo-Mindiola y Luis Alfredo Duran Luna.

*Software:* Brian Johan Bustos-Viviescas.

*Supervisión:* Brian Johan Bustos-Viviescas, Andrés Alonso Acevedo-Mindiola y Luis Alfredo Duran Luna.

*Validación:* Brian Johan Bustos-Viviescas, Andrés Alonso Acevedo-Mindiola y Carlos Enrique García-Yerena.

*Visualización:* Brian Johan Bustos-Viviescas, Andrés Alonso Acevedo-Mindiola y Carlos Enrique García-Yerena.

*Redacción-borrador original:* Brian Johan Bustos-Viviescas, Andrés Alonso Acevedo-Mindiola, Luis Alfredo Duran Luna y Carlos Enrique García-Yerena.

*Redacción-revisión y edición:* Brian Johan Bustos-Viviescas, Luis Alfredo Duran Luna, Andrés Alonso Acevedo-Mindiola, Carlos Enrique García-Yerena, Rony David Merchán Osorio, Gloria Cristina Cárdenas Gonzalez.