

Índice de asimetría bilateral morfológica de extremidades inferiores y superiores en jugadores de baloncesto universitario

The upper and lower limb bilateral morphological asymmetry index in university basketball players

Ramón Candia Lujan¹ <https://orcid.org/0000-0002-9393-4034>

Kevin Fernando Candia Sosa¹ <https://orcid.org/0000-0002-2616-4439>

Omar Ricardo Ortiz Gomez¹ <https://orcid.org/0000-0002-8813-5799>

Raúl Josue Najera Longoria^{1*} <https://orcid.org/0000-0002-0285-2827>

¹Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, México.

*Autor para la correspondencia: pfefcd@gmail.com

RESUMEN

Introducción: El baloncesto es objeto de múltiples estudios que incluye la valoración mediante tecnologías actuales como la bioimpedancia.

Objetivo: Comparar los índices de asimetría (IA) de las extremidades superiores e inferiores en jugadores de baloncesto universitario por nivel deportivo.

Método: Se evaluaron 24 jugadores de baloncesto de diferente nivel competitivo, representativo 1) universitario (n = 12) y 2) facultad (n = 12). Se determinó la circunferencia de brazos y piernas, además de masa magra y grasa por bioimpedancia. Se determinó el índice de asimetría de los miembros inferiores y superiores y se compararon por nivel deportivo.

Resultados: La comparación de los índices de asimetría entre brazos y piernas en el grupo total identificó diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) en lo referente a la masa grasa, con mayor adiposidad en extremidades superiores, y un índice de asimetría de -10,8. Cuando se compararon las mismas variables en función del nivel deportivo, los jugadores representantes de la universidad mostraron mayores valores ($p < 0,05$) en el índice de asimetría de la masa total, circunferencias, masa magra y masa grasa. Las comparaciones intergrupales señalan diferencias en

los índices de asimetría del brazo vs. la pierna en masa magra para ambos grupos ($p < 0,05$) mientras que los de la facultad mostraron diferencia también para grasa con índice de asimetría de 18,3 ($p < 0,05$).

Conclusiones: Indistintamente del nivel deportivo, existen diferentes niveles del índice de asimetría entre extremidades superiores e inferiores en el componente de masa grasa, aunque menores valores del índice de asimetría fueron característicos de los individuos de mayor nivel deportivo.

Palabras clave: asimetría bilateral; impedancia bioeléctrica; extremidad dominante; no dominante; masa magra; masa grasa.

ABSTRACT

Introduction: Basketball has been the object of many studies, including assessments based on current technologies such as bioimpedance.

Objective: Compare the asymmetry indices (AI) for upper and lower limbs in university basketball players.

Methods: An evaluation was conducted of 24 basketball players from different competitive levels, representing 1) the university ($n = 12$) and 2) the school ($n = 12$). Determination was made of arm and leg circumference, as well as lean mass and fat by bioimpedance. The lower and upper limb asymmetry index was estimated and compared between the competitive levels.

Results: Comparison of the arms and legs asymmetry indices in the total group revealed statistically significant differences ($p < 0.05$) as to fat mass, with greater adiposity in the upper limbs and an asymmetry index of 10.8. Comparison of the same variables between the sports levels found that players representing the university displayed higher values ($p < 0.05$) in the asymmetry index for total mass, circumferences, lean mass and fat mass. Comparison between the groups found differences in the arm vs. leg asymmetry indices for lean mass in both groups ($p < 0.05$), whereas the school players also showed differences for fat, with an asymmetry index of 18.3 ($p < 0.05$).

Conclusions: Regardless of the sports level, different asymmetry indices are found between upper and lower limbs as to fat mass, though smaller asymmetry index values were characteristic of individuals from a higher sports level.

Keywords: bilateral asymmetry; bioelectrical impedance; dominant limb; non-dominant; lean mass; fat mass.

Recibido: 15/01/2020

Aceptado: 20/05/2020

Introducción

La asimetría bilateral ha sido definida como la diferencia funcional o morfológica de la extremidad o lado del cuerpo con respecto a la extremidad contraria o el lado opuesto, respectivamente.^(1,2) En el caso de la asimetría morfológica, esta se refiere a las diferencias en tamaño y forma de órganos o partes corporales situados en el lado derecho o izquierdo del cuerpo.^(3,4) El desequilibrio entre ambos lados del cuerpo ha sido atribuido principalmente a la repetición constante de movimientos o posturas sostenidas por largos periodos de tiempo, aunque algunos investigadores mencionan que existe una predisposición neurológica para ello.⁽⁵⁾

Tales desequilibrios pueden afectar el desempeño del atleta, ya sea por el incremento en el riesgo de sufrir una lesión o bien por favorecer su lado más fuerte o su lado dominante.^(4,6,7,8) En jugadoras de voleibol jóvenes el desequilibrio de las extremidades superiores puede resultar en el inicio de una escoliosis.⁽⁹⁾ En jugadores de baloncesto profesionales se ha visto que la diferencia bilateral de la sección transversal de los músculos vasto lateral y el recto femoral han tenido relación con la incidencia de lesiones.⁽¹⁰⁾

Las propias acciones de juego de baloncesto requieren la utilización simultánea de las extremidades inferiores y superiores,⁽¹¹⁾ además del uso de ambos perfiles: tanto el dominante como el no dominante.^(12,13) En ese sentido, y aunque se han realizado diversos estudios para determinar la asimetría bilateral en variables como la fuerza muscular en este deporte,^(4,14) los autores no encontraron estudios donde se establezcan comparaciones en los índices de asimetría entre extremidades inferiores y superiores en ninguna de las variables. También resalta la importancia que tiene la masa magra en la producción de la fuerza,⁽¹⁵⁾ por lo que es un factor que debe ser evaluado para tener un mejor panorama de la asimetría bilateral.

Por lo tanto, el objetivo del presente estudio es comparar el IA de extremidades inferiores y superiores de la masa total, circunferencia, masa magra y masa grasa en jugadores de baloncesto universitario por nivel deportivo.

Métodos

En el estudio participaron 12 jugadores representantes del equipo selectivo de la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH) y 12 jugadores representantes del equipo de la Facultad de Ciencias de la Cultura Física de la misma universidad. Por la naturaleza de la conformación de los equipos el representativo universitario es de mayor nivel deportivo que el de la facultad. Para llevar a cabo el estudio, los entrenadores y los jugadores fueron informados sobre los objetivos de la evaluación a lo cual accedieron voluntariamente y firmaron una carta de consentimiento informado, en la que se declara que sus datos personales permanecerán anónimos, además, también se le informó sobre los riesgos del estudio. También se establecía que el sujeto sería atendido de forma ética considerado las recomendaciones de la *Declaración de Helsinki*.

Procedimiento

Los jugadores asistieron al laboratorio de fisiología del ejercicio de la Universidad Autónoma de Chihuahua donde se les midió la estatura con un estadímetro (Seca 270[®], Alemania, margen de error de 0,1 cm). Posteriormente se les midió la circunferencia de brazos relajados y muslos con una cinta métrica (Lufkin[®], Estados Unidos, margen de error de 0,1 cm) utilizando la técnica antropométrica ISAK.

La masa grasa y la masa magra con un aparato de bioimpedancia eléctrica (InBody 720, Japón, con una multifrecuencia táctil de 1, 5, 50, 250, 500 y 1000 kHz).⁽¹⁾ Como se puede describe en la figura 1, el cuerpo se divide en cinco segmentos, cuatro de ellos tomados para el análisis del presente estudio. La evaluación se llevó a cabo siguiendo las indicaciones del manual del usuario del fabricante.

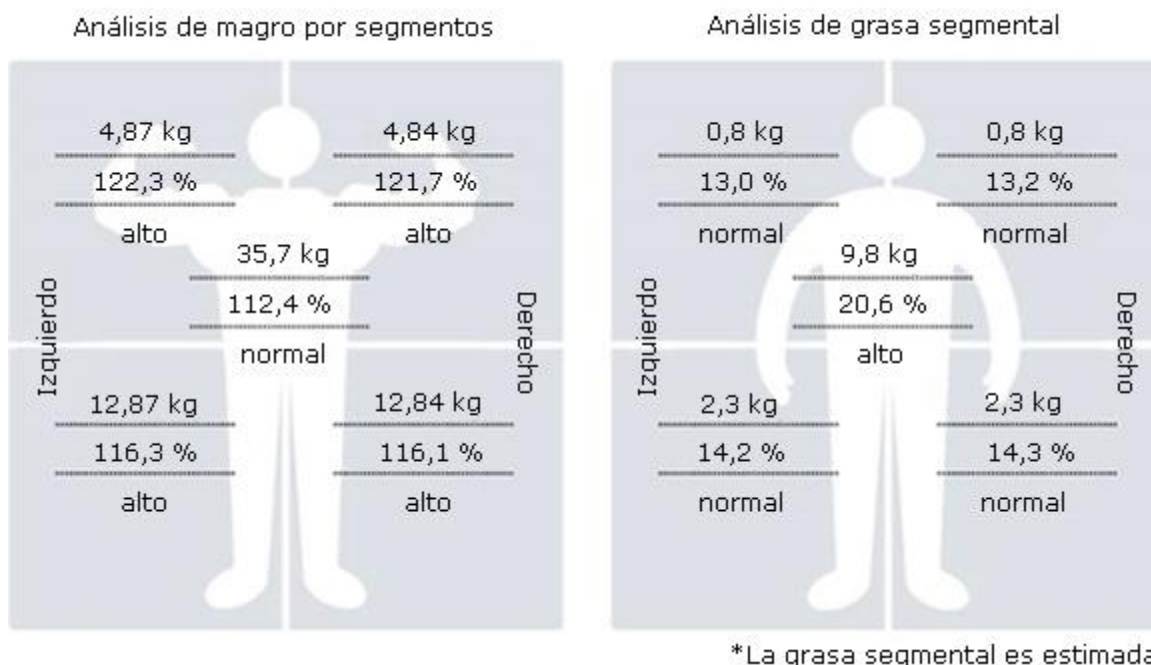


Fig. 1 - Reporte de la impedancia bioeléctrica (Inbody 720) del contenido de masa magra y grasa por segmento.

Análisis estadístico

Para determinar el índice de bilateral se usó la fórmula:⁽³⁾

$$IA = \left(\frac{D - ND}{D} \right) * 100$$

donde,

IA: índice de asimetría,

D: valor de la extremidad dominante

ND: valor de la extremidad no dominante

Los resultados con signo negativo indican que la extremidad ND es mayor que la D. Se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk para analizar la normalidad de los datos. Para determinar la diferencia entre los índices de asimetría de las extremidades inferiores y superiores se utilizó la prueba *t* de Student para muestras relacionadas; para la comparación entre grupos se usó la prueba *t* de Student para muestras independientes en caso de los datos normales; la prueba U de Mann-Whitney para

muestras independientes y el test de Wilcoxon, para muestras relacionadas. Estos dos últimos casos se calcularon en aquellos datos que no presentaron normalidad. Los valores se presentaron como media \pm desviación estándar ($M \pm SD$) y se estableció un nivel de significancia de $p < 0,05$.

Resultados

En la tabla 1 se resumen los valores de las diferentes variables de los 24 participantes del estudio, cuando se compararon los IA entre extremidades superiores e inferiores. Solo en la masa grasa se presentó mayor asimetría de las extremidades superiores ($p < 0,05$).

Tabla 1 - Comparación de los IA de extremidades superiores e inferiores de las diferentes variables (n = 24)

Extremidades	Media \pm DE	IA
Circ brazo D (cm)	30,9 \pm 0,5	- 0,1 \pm 0,5
Circ brazo ND (cm)	31,0 \pm 0,5	
Circ pierna D (cm)	56,4 \pm 1,1	0,53 \pm 0,43
Circ pierna ND (cm)	56,1 \pm 1,0	
MG brazo D (kg)	0,5 \pm 0,1	- 10,8 \pm 23,2#
MG brazo ND (kg)	0,6 \pm 0,1	
MG pierna D (kg)	1,9 \pm 0,1	2,52 \pm 0,66
MG pierna ND (kg)	1,8 \pm 0,1	
MM brazo D (kg)	4,0 \pm 0,1	0,48 \pm 0,51
MM brazo ND (kg)	4,0 \pm 0,1	
MM pierna D (kg)	10,8 \pm 0,3	0,59 \pm 0,19
MM pierna ND (kg)	10,7 \pm 0,3	
MT brazo D (kg)	4,6 \pm 0,1	- 0,24 \pm 0,46
MT brazo ND (kg)	4,6 \pm 0,1	
MT pierna D (kg)	12,7 \pm 0,3	0,59 \pm 0,19
MT pierna ND (kg)	12,6 \pm 0,3	

Circ = circunferencia; D = dominante; IA = índice de asimetría; MG = masa grasa; MM = masa magra; MT = masa total; ND = no dominante. # = diferencia significativa ($p < 0,05$) con el valor del IA de las extremidades inferiores.

Cuando se comparó la masa total de las extremidades y su circunferencia entre el equipo representativo de la universidad y el de la facultad los valores de los primeros fueron mayores ($p < 0,05$), sin embargo, cuando se compararon los IA no hubo diferencia entre los equipos (Tabla 2). En lo que se refiere a la masa magra y la grasa de las extremidades por equipo, la primera fue mayor en las cuatro extremidades de los jugadores universitarios ($p < 0,05$), mientras que en la

masa grasa no hubo diferencia entre equipos (Tabla 2). Los representantes de la universidad presentan mayor IA de masa grasa en las extremidades inferiores ($p < 0,05$). Por su parte los jugadores de la facultad presentan mayor IA, tanto de la masa magra como de la grasa ($p < 0,05$).

Tabla 2 - Comparación de la masa total, circunferencia, masa grasa, masa magra e índice de asimetría de extremidades

Extremidades	UACH (n =12)		FCCF (n = 12)	
	Media \pm DE	IA	Media \pm DE	IA
MT brazo D (kg)	5,0 \pm 0,1*	-0,6 \pm 0,8	4,2 \pm 0,2	0,2 \pm 0,4
MT brazo ND (kg)	5,0 \pm 0,1*		4,2 \pm 0,2	
MT pierna D (kg)	13,8 \pm 0,4*	0,5 \pm 0,3	11,6 \pm 0,3	0,7 \pm 0,3
MT pierna ND (kg)	13,7 \pm 0,4*		11,5 \pm 0,3	
Circ brazo D (cm)	32,7 \pm 0,4*	0,5 \pm 1,9	29,3 \pm 0,6	-0,3 \pm 0,9
Circ brazo ND (cm)	32,6 \pm 0,5*		29,4 \pm 0,5	
Circ pierna D (cm)	59,7 \pm 1,3*	0,6 \pm 2,3	53,1 \pm 0,7	0,7 \pm 0,6
Circ pierna ND (cm)	59,4 \pm 1,2*		52,8 \pm 0,7	
MM brazo D (kg)	4,5 \pm 0,1*	-0,4 \pm 0,8	3,5 \pm 0,1	1,4 \pm 0,4#
MM brazo ND (kg)	4,5 \pm 0,1*		3,5 \pm 0,1	
MM pierna D (kg)	12,0 \pm 0,4*	0,5 \pm 0,2	9,5 \pm 0,2	0,7 \pm 0,3
MM pierna ND (kg)	11,9 \pm 0,4*		9,5 \pm 0,3	
MG brazo D (kg)	0,4 \pm 0,1	-2,7 \pm 0,9#	0,6 \pm 0,1	-18,3 \pm 8,9#
MG brazo ND (kg)	0,5 \pm 0,1		0,7 \pm 0,1	
MG pierna D (kg)	1,8 \pm 0,1	2,4 \pm 2,7	2,0 \pm 0,2	2,6 \pm 0,9
MG pierna ND (kg)	1,7 \pm 0,1		1,9 \pm 0,2	

MT= masa total; D = dominante; ND = no dominante; Circ = circunferencia; IA = índice de asimetría; MM = masa magra; MG = masa grasa. # = diferencia significativa ($p < 0,05$) con el valor del IA de las extremidades inferiores. * = diferencia significativa ($p < 0,05$) entre los equipos.

Discusión

Los jugadores representantes de la universidad presentaron una edad, estatura y peso similar a un reporte en el cual la muestra de estudio fueron profesionales de la liga griega.⁽⁵⁾ En lo relativo a los jugadores de baloncesto de la facultad, aunque muestran la misma edad, tanto en la estatura como en el peso son inferiores, lo que resulta normal, ya que los representantes de la universidad tienen un mayor nivel de juego que los de la facultad, como se describe en el estudio de *Tomkinson* y otros⁽⁶⁾ con jugadores de nivel nacional y estatal.

Aunque existen otras referencias donde se comparan los IA de las manifestaciones de la fuerza muscular de los miembros inferiores de jóvenes universitarios,⁽⁹⁾ en nuestro conocimiento parece ser que nuestro estudio es el primero donde se comparan los IA morfológicos entre la parte superior

e inferior en atletas encontrándose diferencia en lo relativo a la masa grasa, lo cual concuerda con lo que otros reportes han establecido acerca de que la asimetría de las extremidades superiores es mayor en comparación con las inferiores.⁽¹⁰⁾

En lo que respecta a la comparación de la composición y los IA de las extremidades por equipo, en primer lugar, se observa que los representantes de la universidad tienen una tendencia presentar valores mayores en las variables: masa total, circunferencias y masa magra tanto de extremidades superiores como inferiores lo cual es algo esperado debido al nivel de juego y exigencia física en entrenamientos, aunque cuando se compararon los IA entre ambos equipos no hubo diferencia.

Cuando se compararon los IA de las cuatro variables entre extremidades superiores e inferiores se observa que en los jugadores del equipo universitario hubo diferencia solo en la masa grasa, mientras que los de la facultad presentaron diferencia también en la masa magra. En ambos equipos el contenido de la masa grasa fue mayor en las extremidades ND. También se reportó que los jugadores de baloncesto tenían más masa magra y grasa en el brazo N.⁽¹⁶⁾

El índice de asimetría de la masa grasa de los jugadores de la facultad el cual fue de $-18,3 \pm 8,9$, lo que puede ser engañoso, pues la mediana fue de cero. Sin embargo, dada la pequeña cantidad de grasa en los brazos la diferencia de 100 gr se traduce en porcentajes de asimetría muy elevados (por ejemplo, 100 %).

Uno de los principales problemas cuando se hacen estudios de asimetría bilateral es la ecuación que se utiliza para determinarla. Mientras que algunos investigadores usan solo la diferencia estadística entre las extremidades, otros tienen en cuenta la diferencia entre el lado derecho e izquierdo. Se identificaron nueve diferentes métodos para determinar la asimetría.⁽¹⁷⁾ *Fort-Vanmeerhaeghe* y otros⁽¹⁸⁾ realizaron un estudio con jugadores de baloncesto y voleibol utilizando dos ecuaciones para determinar la asimetría bilateral y compararon entre sí los resultados. Encontraron que con los mismos valores obtenían diferentes índices de asimetría.

Por último, a excepción del IA de la masa grasa de los jugadores de la facultad, todos estuvieron dentro del rango de asimetría normal.⁽¹⁵⁾ Al parecer, el entrenamiento y competición en esta modalidad deportiva no induce un desequilibrio morfológico más allá de lo normal.⁽¹⁹⁾

Después de analizar los datos se puede concluir que los participantes del estudio presentan diferencia de la asimetría bilateral entre extremidades superiores e inferiores solo de la masa grasa y que los jugadores de mayor nivel presentan menor porcentaje de asimetría bilateral en las variables medidas. La asimetría bilateral presentada por la mayoría de los jugadores de baloncesto

es considerada como baja o normal, lo que indica que en este caso el baloncesto no ha tenido influencia sobre esta.

Referencias bibliográficas

1. Ward LC. Segmental bioelectrical impedance analysis: an update. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2012;15(5):424-9.
2. Bazan N. Consumo de oxígeno, definición y características. *ISDe Sports Magazine*. 2014 [02/02/2020];6(20). Disponible en: <http://www.isde.com.ar/ojs/index.php/isdesportsmagazine/article/viewFile/109/127>
3. Carpes FP, Mota CB, Faria IE. On the bilateral asymmetry during running and cycling –a review considering leg preference. *Phys Ther Sport*. 2010;11(4):136-42.
4. Ben AO, Chaouachi A, Chaouachi M, Makhlouf I, Farthing J, Granacher U, *et al*. Dominant and non-dominant leg press training induce similar contralateral and ipsilateral limb training adaptations with children. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 2019;44(9):973-84.
5. Theoharopoulos A, Tsitskaris G, TSAKLIS P. Knee strength of professional basketball players. *J Strength Cond Res*. 2000;14(4):457-63.
6. Tomkinson GR, Popović N, Martin M. Bilateral symmetry and the competitive standard attained in elite and sub-elite sport. *J Sports Sci*. 2003;21(3):201-11.
7. Hughes G. Gender differences in intra-limb coordination during single limb landings on dominant and non-dominant legs. *Journal of Human Sport and Exercise*. 2019;15(1):14-21.
8. Jandova S, Volf P, Vaverka F. The influence of minimalist and conventional sports shoes and lower limbs dominance on running gait. *Acta of Bioengineering and Biomechanics*. 2018;20(3):3-9.
9. Candia Luján R, Nuñez Escudero BA, Carreón Santa Cruz KI, de León Fierro LG, Carrasco Legleu CE, Candia Sosa KF. Índice de asimetría bilateral similar de las manifestaciones de la fuerza muscular de extremidades inferiores en jóvenes universitarios. *Retos*. 2018;(33):34-6.
10. Krzykała M. Dxa as a Tool for the Assessment of Morphological Asymmetry in Athletes. AEM, editors. *Dual Energy X-Ray Absorptiometry*. Rijeka Croatia inTech; 2012. p. 59-74.
11. Čvorović A. The Influence of Basketball on the Asymmetry in the Use of Limbs. *Montenegrin Journal of Sports Science and Medicine*. 2012;1(1):15-9.

12. McClanahan BS, Harmon-Clayton K, Ward KD, Klesges RC, Vukadinovich CM, Cantler ED. Side-to-side comparisons of bone mineral density in upper and lower limbs of collegiate athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2002;16(4):586.
13. Rodríguez CP, González MC, Sánchez JS. ¿Es el ejercicio físico un factor determinante de las asimetrías funcionales en la extremidad inferior? *Apuntes Educación Física y Deportes*. 2016;3(125):7-20.
14. Schiltz M, Lehance C, Maquet D, Bury T, Crielaard J-M, Croisier J-L. Explosive strength imbalances in professional basketball players. *Journal of Athletic Training*. 2009;44(1):39-47.
15. Bell DR, Sanfilippo JL, Binkley N, Heiderscheit BC. Lean mass asymmetry influences force and power asymmetry during jumping in collegiate athletes. *Strength Cond J*. 2014;28(4):884-91.
16. Poliszczuk T, Mańkowska M, Poliszczuk D, Wiśniewski A. Symmetry and asymmetry of reaction time and body tissue composition of upper limbs in young female basketball players. *Pediatr Endocrinol Diabetes Meta*. 2013;19(4):132-6.
17. Bishop C, Read P, Chavda S, Turner A. Asymmetries of the lower limb: The calculation conundrum in strength training and conditioning. *Strength Cond J*. 2016;38(6):27-32.
18. Fort-Vanmeerhaeghe A, Gual G, Romero-Rodriguez D, Unnitha V. Lower limb neuromuscular asymmetry in volleyball and basketball players. *J Hum Kinet*. 2016;50(1):135-43.
19. Teixeira J, Carvalho P, Moreira C, Santos R. Isokinetic assessment of muscle imbalances and bilateral differences between knee extensores and flexores' strength in basketball, football, handball and volleyball athletes. *Int J Sports Sci*. 2014;4(1):1-6.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no tienen conflicto de intereses.

Contribuciones de los autores

Conceptualización: Ramón Candia Lujan, Omar Ricardo Ortiz Gómez.

Curación de datos: Ramón Candia Lujan, Kevin Fernando Candia Sosa.

Análisis formal: Omar Ricardo Ortiz Gómez, Raúl Josué Nájera Longoria.

Adquisición de fondos: Ramón Candia Lujan, Kevin Fernando Candia Sosa, Omar Ricardo Ortiz Gómez, Raúl Josué Nájera Longoria.

Investigación: Kevin Fernando Candia Sosa, Omar Ricardo Ortiz Gómez.

Metodología: Kevin Fernando Candia Sosa. Omar Ricardo Ortiz Gómez.

Administración del proyecto: Ramón Candia Lujan, Raúl Josué Nájera Longoria.

Recursos: Ramón Candia Lujan, Kevin Fernando Candia Sosa, Omar Ricardo Ortiz Gómez, Raúl Josué Nájera Longoria.

Supervisión: Ramón Candia Lujan, Kevin Fernando Candia Sosa, Omar Ricardo Ortiz Gómez, Raúl Josué Nájera Longoria.

Validación: Ramón Candia Lujan, Kevin Fernando Candia Sosa, Omar Ricardo Ortiz Gómez, Raúl Josué Nájera Longoria.

Visualización: Ramón Candia Lujan, Raúl Josué Nájera Longoria.

Redacción – borrador original: Ramón Candia Lujan, Kevin Fernando Candia Sosa, Omar Ricardo Ortiz Gómez, Raúl Josué Nájera Longoria.

Redacción – revisión y edición: Ramón Candia Lujan, Kevin Fernando Candia Sosa, Omar Ricardo Ortiz Gómez, Raúl Josué Nájera Longoria.