

COMPORTAMIENTO DE BIOMARCADORES FISIOLÓGICOS DE ÁRBITROS CON RESPECTO A PARTIDOS DE FÚTBOL OFICIALES

Physiological biomarker behavior of referees regarding official soccer matches

Resumen

En el fútbol se ha investigado ampliamente a los jugadores y diferentes aspectos de esta disciplina, así mismo, en los últimos años aparece la tendencia de estudio con árbitros de fútbol por la incidencia que pueden llegar a tener en los resultados de los partidos. En Colombia no se encontraron antecedentes en partidos oficiales que estudien aspectos como la distancia recorrida, el comportamiento de la frecuencia cardiaca, el estado de hidratación y otros elementos que pueden ayudar a caracterizar a esta población y crear estrategias de intervención más acorde a sus necesidades. **Objetivo:** establecer la carga física y el comportamiento de biomarcadores asociados a la carga física en árbitros de fútbol. **Métodos:** se realizó un estudio descriptivo, de corte transversal en el cual se contempló una muestra de 15 sujetos que fueron elegidos de forma intencionada, previamente firmando el consentimiento informado. Se realizó un seguimiento constante mediante GPS y se monitorizó la frecuencia cardiaca; además, se midió la masa, la percepción del esfuerzo y la gravedad específica de la orina antes, en el entretiempo y después de un partido de fútbol. **Resultados:** los árbitros centrales y asistentes presentaron diferencias entre carga externa e interna de acuerdo con su práctica específica. **Conclusiones:** se encontraron diferencias entre árbitros y árbitros asistentes con relación a la carga interna y externa, al comparar con otros antecedentes y se pudieron apreciar menores distancias recorridas por parte de los árbitros del Quindío.

Palabras clave: árbitros de fútbol; árbitros centrales; árbitros asistentes; carga externa; carga interna; frecuencia cardiaca; estado de hidratación; percepción del esfuerzo; distancia recorrida.

AUTOR

Juan Daniel Valencia López¹
Universidad de Quindío
juand.valencial@uqvirtual.edu.co

ARTÍCULO DE REFLEXIÓN

Recepción: 01/08/2023
Aceptación: 09/10/2023

PALABRAS CLAVE:

árbitros de fútbol; árbitros centrales; árbitros asistentes; carga externa; carga interna; frecuencia cardiaca.

KEYWORDS:

soccer referees; central referees; assistant referees; external load; internal load; heart rate.

¹ Universidad del Quindío

Abstract

In soccer, players and different aspects of the game have been extensively investigated. Likewise, in recent years, there has been a trend of studying soccer referees due to their influence on the matches' results. In Colombia, official matches have not studied soccer referees' aspects such as distance covered, heart rate behavior, hydration status, and other elements that can help characterize this population and create intervention strategies aligned with their needs. Objective: To establish the physical load and the behavior of biomarkers associated with the physical load in soccer referees. Methods: Using a descriptive, cross-sectional study with a sample of 15 subjects (intentionally chosen) who had previously signed the informed consent form. A GPS constantly followed them, measuring their heart rate and monitoring mass, perceived exertion, and urine specific gravity before, at halftime, and after a soccer game. Results: Central and assistant referees presented differences between external and internal physical load according to their specific practice. Conclusions: There are differences between referees and assistant referees concerning the internal and external physical load; compared with other antecedents, it was possible to appreciate lower distances covered by the Quindío referees.

Keywords: soccer referees; central referees; assistant referees; external load; internal load; heart rate; hydration status; perceived exertion; distance covered.

Introducción

Los árbitros de fútbol son un equipo conformado con el fin de hacer cumplir y respetar las reglas de juego en los partidos y controlar las emociones de los jugadores, entre otras funciones que les dan la reglamentación. Los árbitros desempeñan funciones fundamentales en lo que concierne al juzgamiento y al cumplimiento de las leyes de juego en todos los deportes; particularmente el arbitraje en el fútbol parece ser una de las profesiones más cuestionadas y sobre las que recae gran responsabilidad por el significado y las masas que logra mover esta disciplina deportiva.

En el campo académico la figura del árbitro ha sido investigada y de forma particular se ha tratado de establecer cuáles son las demandas físicas y fisiológicas en diferentes competiciones y países. Claramente la actividad arbitral dependerá mucho del nivel de juego, de los jugadores, de la intensidad desarrollada y del mismo nivel de condición física del árbitro para ver si puede o no solventar las necesidades que tiene el partido. El árbitro debe tratar de posicionarse de la mejor manera para juzgar de forma acertada las diferentes situaciones de juego y para ello debe poseer una excelente condición física para encontrarse cerca de las jugadas y con el mejor ángulo de visión. En función de ello, se deben establecer las diferencias que existen entre árbitros centrales y asistentes desde el punto de vista físico, técnico, táctico y psicológico, además se debe tener en cuenta la herramienta video asistente referee (VAR), pues puede tener incidencia con relación a la carga de los partidos en la actualidad. Establecer estas demandas en cada uno de los contextos y a nivel general, permite la intervención asertiva desde el entrenamiento deportivo, para el desarrollo óptimo de las cualidades de los árbitros y así mostrar un mejor rendimiento. En los últimos años diferentes investigaciones (Calle y Pinelo, 2017; Vela y Arbinaga, 2018; Gillué et al., 2018) han valorado situaciones de estrés y de personalidad

en árbitros de fútbol; estos son factores que claramente son necesarios de conocer en un partido, por la manera en que pueden afectar o no el juicio del árbitro. Según Campos (2017), el factor más influyente en el rendimiento del árbitro es el rendimiento físico, ya que le permite estar próximo a los jugadores; además, una buena condición física influye también en las decisiones, ya que conlleva una menor fatiga.

El presente estudio pretende establecer el comportamiento de biomarcadores asociados a la carga física en árbitros de fútbol.

Materiales y métodos

El presente estudio es de tipo descriptivo de corte transversal.

Sujetos de estudio

Participaron voluntariamente 15 árbitros (6 centrales y 9 asistentes) afiliados a una asociación de árbitros de fútbol, quienes firmaron el consentimiento informado. En promedio los sujetos tenían $26,3 \pm 3,53$ años, con estatura de $1,72 \pm 6,09$ m, masa de $69,9 \pm 7,93$ kg, y una experiencia de mínimo tres años en el arbitraje.

Los árbitros fueron evaluados durante partidos oficiales, a continuación, en la Tabla 1, se muestran las características geográficas de las ciudades en donde arbitraron los partidos.

Tabla 1. Características geográficas de las ciudades en donde arbitraron

Categoría	Ciudad	Altitud (msnm)	Hora del día	Temperatura ambiental (°C)	Humedad relativa (%)
Central	Cali	1018	13	27	67
	Pereira	1280	13	24	54
	Pereira	1282	18	21	77
	Cali	1009	11	26	73
	Pereira	1280	11	24	63
Asistente	Pereira	1248	12	27	49
	Itagüí	1550	20	18	95
	Pereira	1280	13	24	54
	Medellín	1490	20	18	95
	Armenia	1423	14	26	64
	Pereira	1248	12	27	49
	Pereira	1280	14	27	49
	Pereira	1280	11	24	63
	Pereira	1280	14	27	49
Pereira	1280	13	24	54	

VARIABLES

Las variables evaluadas fueron:

- Frecuencia cardiaca (FC): el seguimiento de la frecuencia cardiaca se realizó mediante un reloj polar (m430)
- Estado de hidratación: se determinó a través de la gravedad específica de la orina (GEO). Se solicitó a los árbitros una muestra de orina, la cual fue recolectada en tubo falcón de 15 mL estéril. Inmediatamente de colectadas, las

muestras se analizaron para determinar la GEO. Para lo anterior, se utilizó un refractómetro manual (ATAGO MASTER -SUR/N).

- Percepción subjetiva del esfuerzo (PSE): fue utilizada la escala de percepción de Borg del 6 -20.

Procedimiento

Se evaluaron los biomarcadores fisiológicos antes del primer tiempo (APT), entre el primer y segundo tiempo (ET) e inmediatamente finalizado el segundo tiempo (DST). Además, se evaluó la carga externa, descrita como la distancia recorrida en cada uno de los períodos de juego y se hizo un seguimiento permanente de la frecuencia cardiaca.

Análisis estadístico

Se calcularon medidas descriptivas como la media y la desviación estándar (DS).

Se aplicó una t de Student para muestras pareadas, previamente comprobando los supuestos de normalidad a través de la prueba de Shapiro-Wilk, la homocedasticidad mediante la prueba de Levene, y la prueba de independencia.

Los análisis estadísticos se realizaron en el software SPSS.

Resultados

El presente estudio contó con la participación de 15 árbitros del departamento del Quindío.

En la Tabla 2 se puede apreciar que existen diferencias estadísticamente significativas entre grupos con relación a las variables de distancia recorrida y el comportamiento de la frecuencia cardiaca.

Tabla 2. Características de la FC, distancia y tiempo de juego, con respecto al primer y segundo tiempo

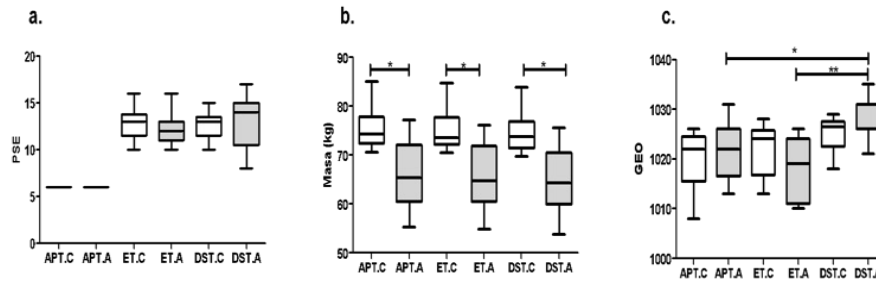
Categoría	Primer tiempo				Segundo tiempo			
	FCmáx	FCm	D (km)	TJ (min)	FCmáx	FCm	D (km)	TJ (min)
Central n= 6	188,83± 9,49	166,33± 12,38	4,12± 0,21	44,83± 2,22	188,5± 9,60	168,33± 12,22	4,33± 0,44	47,83± 4,11
Asistente n= 9	163,11± 15,25	131,22± 13,75	2,04± 0,30	45,66± 1,80	160,2± 16,56	128± 15,70	1,89± 0,26	46,77 ± 5,40
P-valor	0,002	0,0002	0,0001	0,438	0,002	0,0001	0,0001	0,692

Nota. Media ± DE. FCmáx: Frecuencia cardiaca máxima. FCm: Frecuencia cardiaca media. D: distancia recorrida. TJ: Tiempo de juego. Elaboración propia.

Con respecto a la PSE (Figura 1), no se encontraron diferencias significativas al comparar los dos grupos en cada momento (APT, ET y DST), caso contrario a lo mostrado con relación al comportamiento de la masa, la cual presentó significancia estadística entre grupos en cada momento, pero no dentro de los mismos grupos.

En los árbitros centrales con respecto a la GEO no se presentaron cambios estadísticamente significativos, mientras que en los árbitros asistentes se presentaron cambios significativos en la muestra APT con respecto a la DST y entre ET y DST

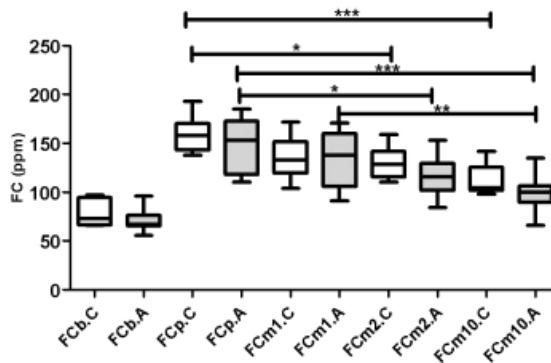
Figura 1. Comportamiento de marcadores con respecto a un partido de fútbol.



Nota. a. PSE: Percepción subjetiva del esfuerzo. b. Masa. c. GEO: Gravedad específica de la orina. APT: antes del primer tiempo. ET: entre tiempos. DST: después del segundo tiempo. La letra C: árbitros centrales y la letra A: árbitros asistentes. Elaboración propia.

Con respecto a la frecuencia cardiaca, tal y como se muestra en la Figura 2, se presentaron diferencias significativas entre los grupos, específicamente en la disminución de la FCm2 y FCm10 con respecto a la FCp para ambos grupos, además, en los árbitros asistentes también se observó disminución significativa de la FCm10 con respecto a la FCm1.

Figura 2. Comportamiento de la FC antes del partido (FCb), inmediatamente finalizado (FCp), el primer minuto (FCm1), segundo minuto (FCm2) y décimo minuto (FCm10) después de finalizado el partido.



Discusión

Partiendo de las necesidades que tienen los árbitros en sus competiciones oficiales y dándole un abordaje desde el punto de vista de la carga interna y externa, se pudo reconocer entre otras cosas, que los árbitros centrales y árbitros asistentes por las mismas facultades y obligaciones que les confieren las reglas de juego, tienen diferencias en la distancia recorrida, puesto que el árbitro asistente está limitado a la mitad de la longitud del campo (Weston, 2015).

Según Castana et al. (2007) un árbitro de élite puede recorrer entre 9 a 13 km, alcanzando aproximadamente el 85-90% de su frecuencia cardiaca máxima. Diversos estudios han evaluado la distancia recorrida: en árbitros españoles, Catillo et al. (2017) (valores promedio de $9,991 \pm 657$ km en centrales y de $5,219 \pm 594$ en asistentes), coreanos (Joo y Jee, 2019) (centrales de élite, con distancia media de 10,5 km), y brasileños, Costa et al.

(2013) (en promedio recorrían $5,21 \pm 0,20$ y $5,23 \pm 0,23$ km en cada tiempo). El estudio de Muñoz et al. (2021) reportó que los árbitros centrales españoles recorrieron distancias de $3,92 \pm 1,30$ y $3,85 \pm 1,34$ en cada tiempo de juego; estos resultados son similares a los encontrados en el presente estudio. En este punto es importante resaltar que el fútbol requiere que los árbitros estén en buena forma física para mantener el ritmo del juego y estar en la posición adecuada para tomar decisiones precisas.

Con el objetivo de caracterizar las demandas arbitrales desde el aspecto físico, respecto al fútbol como disciplina deportiva, se puede indicar que tiene una dinámica en la cual es importante desarrollar aspectos físicos desde el punto de vista aeróbico y anaeróbico, lo que, a su vez, debe repercutir en la posibilidad del encargado de impartir justicia y de tener una condición física adecuada. Dicho esto, los árbitros centrales suelen tener un comportamiento de desplazamiento que les permite estar continuamente cerca de las acciones de juego, lo cual eleva en determinados momentos del partido su frecuencia cardiaca. De acuerdo a Tenreiro et al. (2016), los árbitros desde su propia percepción tienden a sugerir que el esfuerzo realizado durante los partidos es “duro”, lo cual se relaciona con los valores de la FCm del primer tiempo, presentados por los árbitros centrales (166 ppm) y asistentes (131 ppm), aunque los últimos presentaron una FCm más baja y estadísticamente significativa en comparación con los centrales.

Con respecto a la percepción subjetiva del esfuerzo, fue valorado como un esfuerzo “duro”, lo cual podría explicarse, en que la forma de desplazamiento que más utilizan son desplazamientos laterales, y que además a pesar de solo correr en medio campo, deben correr a las velocidades de los delanteros más rápidos, lo cual podría hacer que se incremente el trabajo anaeróbico y ello tenga como resultado, mayor desarrollo de fatiga. Sumado a la percepción del esfuerzo y con relación al determinado en la carga interna (FC) de los árbitros evaluados, se puede establecer un nivel pesado al finalizar los dos tiempos por parte de los centrales, lo cual indica que el nivel de juego en las diferentes categorías donde se desenvuelven los partidos tiende a ser de alta intensidad.

Por estas razones se hace más importante aún tener mejor preparación, incluso al nivel de los propios futbolistas. Según Tenreiro et al. (2016), en estos años la figura del árbitro de fútbol de alto nivel se ha profesionalizado, con mayores requerimientos tanto por la elevación del nivel de juego de los equipos, como por los controles físicos que deben superar los árbitros. Sin embargo, siguen existiendo barreras debido a la falta de preparación, o que los árbitros no lleguen a alcanzar el mismo nivel de los futbolistas profesionales, por no contar con una profesionalización del arbitraje, lo que hace que económicamente no dependan única y exclusivamente de esta actividad, lo que los lleva a tener otras ocupaciones y no pueden dedicar mayor tiempo a su preparación (Letrado et al., 2020).

Desde el punto de vista del comportamiento de la FC en el primer y segundo tiempo, se observa el esfuerzo del partido, el cual conlleva a una acumulación de fatiga, lo cual muestra la necesidad de aprovechar el tiempo de descanso intermedio para una buena recuperación en el camerino y, a su vez, una posibilidad de mantener los esfuerzos intactos en momentos decisivos que generalmente se dan en el segundo tiempo. Tal vez los errores o las decisiones tomadas sobre este tiempo sean mucho más definitivas cuanto más se acerque el final del partido; debe además contemplarse que el árbitro, a diferencia de los jugadores, no será sustituido a excepción de que sufra una lesión que le imposibilite la continuación del partido, por lo cual su rendimiento y nivel de preparación le deben permitir no llegar a un nivel máximo de fatiga y mantenerse siempre lo más lúcido posible.

Finalmente, se hace hincapié en la forma en la que el control de la fatiga y de nivel de rendimiento no solamente dependen de la preparación del deportista; se deben también tener en cuenta diferentes factores externos como la humedad y la temperatura, que contribuyen a la deshidratación del deportista, lo cual, claramente puede tener una afectación sobre el rendimiento del mismo, como lo indican Rodríguez et al. (2009). La deshidratación no solamente afecta el rendimiento físico sino, además, el juicio cognitivo y la toma de decisiones en los árbitros de fútbol.

Los árbitros presentaron valores de GEO equivalentes a un estado de deshidratación desde antes del inicio del partido, indicador de un posible defecto en la forma de la preparación ante el mismo, llevando esto a tener posibles repercusiones sobre el rendimiento en el juego. Posterior a esto, se registraron en las muestras post, pérdidas de masa en promedio mayores a 2 kg de peso corporal, lo que lleva a pensar que los partidos por condiciones futbolísticas y ambientales, tienen un alto grado de exigencia que obliga a la continua regulación de la temperatura corporal, debido al calor en las regiones donde se realizaron los partidos y al nivel de altura sobre el mar.

Se encuentra una importante pérdida de líquidos que debe contemplarse como una variable a controlar, ayudando de esa forma a mejorar el rendimiento físico y la atención, con el fin de cumplir con las expectativas de juzgamiento y justicia. Con relación a la caracterización de García y Mena (2014), respecto a la densidad urinaria encontrada en los árbitros, se puede evidenciar una deshidratación en promedio en cada uno de los momentos, entre leve y moderada, lo que implica según Martínez, Contreras y Padilla (2022), de acuerdo con lo encontrado en su estudio, deshidrataciones severas desde antes del inicio de los partidos en los deportistas evaluados, muy relacionado con lo encontrado en los jueces del Quindío.

Estas situaciones pueden estar basadas en dos aspectos fundamentales: en primer lugar, la falta de capacitación en las personas que se preparan físicamente para responder a las obligaciones deportivas asignadas respecto a la forma de hidratarse correctamente, antes, durante y después del esfuerzo, especialmente antes de comenzar la actividad en este caso; y, por otro, las condiciones geográficas colombianas, donde existen temperaturas altas, además de diferentes altitudes sobre el nivel del mar, lo que implica el reconocimiento de estas características, con el fin de establecer protocolos adecuados de alimentación e hidratación.

Conclusiones

Los árbitros centrales y asistentes presentaron diferencias estadísticamente significativas entre carga externa e interna de acuerdo con el comportamiento de la FC y la distancia recorrida. Los árbitros evaluados presentan distancias recorridas inferiores en comparación con árbitros de otras nacionalidades.

Así como ha evolucionado el fútbol, el arbitraje también muestra un mayor desarrollo de intensidad, pero un menor volumen en la carga total de partido. Así mismo, es de tener en cuenta que no solo los aspectos físicos tienen importancia en el rendimiento deportivo, es decir, se hace necesario considerar el estado de deshidratación encontrada, puesto que afecta negativamente el rendimiento deportivo. En este sentido hay que prestar atención a la deshidratación antes, durante y después de la competición, para reponer los líquidos perdidos durante la actividad, además de reconocer la importancia de una capacitación constante para que los árbitros sepan controlar estas deficiencias durante sus partidos.

Finalmente se ratifica la importancia que tiene la utilización de estrategias que permitan cuantificar la carga interna y externa para identificar las características y demandas de una actividad.

Agradecimiento

A los árbitros que participaron en el estudio y al grupo de Investigación en Fisiología de la Actividad Física y la Salud (GIFAS).

Referencias

- Calle, J, y Pinelo, DB. (2017). Aptitudes diferenciales y factores de personalidad en árbitros de fútbol de la ciudad de La Paz. *Revista de Investigación Psicológica*, (18), 59-74. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2223-30322017000200006&lng=es&tlng=es.
- Vela D y Arbinaga F. (2018). Aplicación del listado de situaciones estresantes para el arbitraje (Lisea) en árbitros de fútbol. *Revista Iberoamericana de Psicología del Ejercicio y el Deporte*, 13 (2), 281-287. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6543412>
- Gillué GS, Ramis Y, Torregrossa M, Cruz J. (2018). Fuentes de estrés dentro y fuera del partido en árbitros de fútbol. *Apuntes. Educación física y deportes*, 2 (132), 22-31. [https://doi.org/10.5672/apuntes.2014-0983.es.\(2018/2\).132.02](https://doi.org/10.5672/apuntes.2014-0983.es.(2018/2).132.02).
- Campos JA. (2017). Factores determinantes del arbitraje en fútbol: Análisis de los árbitros de la Región de Murcia, Murcia España, Universidad Católica de Murcia. <https://repositorio.ucam.edu/bitstream/handle/10952/2722/Tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Weston M. (2007). Match performances of soccer referees: the role of sports science. *Mov Sport Sci/Sci Mot*, 8, 113-117. <http://doi:10.1051/sm/2014011>
- Castana C, Abt G, D'Ottavio S, Physiological aspects of soccer refereeing performance and training. *Sports Med*, 37 (7), 625-646. doi:10.2165/00007256-200737070-00006
- Castillo D, Weston M, McLaren S, Cámara J, Yanc J. (2017). Relationships Between Internal and External Match-Load Indicators in Soccer Match Officials. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12, 922. <http://dx.doi.org/10.1123/ijsp.2016-0392>
- Joo CH, Jee H. (2019). Activity profiles of top-class players and referees and accuracy in foul decision-making during Korean national league soccer games. *J Strength Cond Res*, 33(9), 2530-2540. <http://doi:10.1519/JSC.0000000000003083>
- Costa, E. C.; Vieira, C. M. A.; Moreira, A.; Ugrinowitsch, C.; Castagna, C. y Aoki, M. S. (2013). Monitoring external and internal loads of Brazilian soccer referees during official matches. *Journal of Sports Science and Medicine*, 12(3), 559-564. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24149165/>

- Muñoz C, Fernández BF, Dos Santos TD, Castillo A. (2021). ¿Influyen las respuestas psicológicas y la experiencia en el rendimiento físico de los árbitros de fútbol? Aloma: *Revista de psicología, ciencias de la educación y del deporte Blanquerna*, 3(1), 65-72, <http://doi.org/10.51698/aloma.2021.39.1.65-72>.
- Tenreiro Gavela F., Montero Seone A., Saavedra García M. (2016). La autopercepción del esfuerzo y recuperación en el arbitraje profesional español: un estudio de caso. *CPD*, 16(3), 137-144. http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1578-84232016000300014&lng=es.
- Letrado F, Martínez S, Zamora A. (2020). Perspectivas de los árbitros de fútbol en Colombia sobre sus condiciones laborales. *Rev espacios*, 41(50). [http://DOI: 10.48082/espacios-a20v41n50p11](http://doi.org/10.48082/espacios-a20v41n50p11)
- Rodríguez MC, Rojas WS, Arroyo F. (2009). Juicio arbitral y desempeño cognitivo asociados con la deshidratación en árbitros de fútbol. *Revista Iberoamericana de Psicología del Ejercicio y el Deporte*, 4(1), 9-44. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=311126264003>
- García, R. y Mena, J. (2014). Estudio de hidratación y hábitos de ingesta de líquidos en trabajadores de una empresa metalúrgica. *Medica Electrónica Portales Medicos.Com*, 3.
- Martínez, D. J., Contreras, F. A., Padilla, J. A. (2022) Estado de hidratación e índice de masa corporal (IMC) de los jugadores de softbol de la Universidad Autónoma del Caribe de la ciudad de Barranquilla. *Olimpia*, 19(3). <http://portal.amelica.org/ameli/journal/429/4293350012/>