

El trabajo de fuerza en el rendimiento de maratonistas de la Federación Deportiva Militar Ecuatoriana



The work of strength in sports performance for marathon athletes of Ecuadorian Military Sports Federation

<https://eqrcode.co/a/33GW4r>

MSc. Edith Geanine Suntaxi Suntaxi *, Dr.C. Edgardo Romero Frómata

Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Ecuador

RESUMEN: El rendimiento deportivo es el resultado de una óptima combinación de todas las capacidades del deportista puestas de manifiesto en la competición, por lo tanto, el deporte está en constante innovación e investigación. Existen conflictos entre entrenadores y deportistas con respecto al entrenamiento de fuerza para atletas de maratón, al manejar conceptos de que los dejará pesados, cansados, con mayor masa muscular. EL objetivo de esta investigación es aplicar un programa de fuerza con sobrecarga, utilizando ejercicios en máquinas y con pesas, lo que permite correlacionar los indicadores de rendimiento a través de tomas de muestras antes y después del programa de fuerza. Se utilizó el método en régimen de contracción Isotónica (concéntrica) , para analizar los efectos en el rendimiento de corredores de maratón centrándose en evaluar indicadores de rendimiento deportivo como son la frecuencia cardiaca, Vo2 máximo, lactato y tiempo de los corredores de maratón de la Federación Deportiva Militar Ecuatoriana. Para la intensidad se determinó el 1RM de cada deportista, se trabajó en la fase de Adaptación, Resistencia a la fuerza y Fuerza rápida. Para la investigación se utilizaron medios tecnológicos como analizadores de lactato AccutrendPlus, con sus respectivas tiras reactivas; Garmin con GPS para la medición de FC y tiempo.

Palabras clave: rendimiento deportivo, programa de Fuerza, ejercicios en máquinas y pesas, frecuencia cardiaca, Vo2 max.

ABSTRACT: Sports performance is the result of an optimal combination of all the skills of the athlete highlighted in the competition, therefore the sport is constantly in innovation and research. There are conflicts between trainers and athletes regarding strength training for marathon athletes, handling concepts that will leave them heavy, tired and with greater muscle mass. The objective of this research is implementing a strength program with overload, using machines and weight exercises, allowing to correlate performance indicators through sampling before and after the strength program. The Isotonic (concentric) contraction method was used to analyze the performance effects of marathon runners focusing on evaluating sports performance indicators such as heart rate, vo2 max, lactate and time of marathon runners of Ecuadorian Military Sports Federation. For the intensity the 1RM (One-Repetition Maximum) of each athlete was determined, in the adaptation phase we worked on Resistance to Strength, and Quick Strength. Technological media such as Accutrend Plus lactate analyzers were used for research, with their respective test strips; Garmin watches with GPS for HR (Heart Rate) measurement and time.

Key words: Sports performance, Strength program, machines and weight exercises, heart rate, Vo2 max.

INTRODUCCIÓN

Existen conflictos entre entrenadores y deportistas con respecto al entrenamiento de fuerza para atletas de maratón y el manejo de conceptos relacionados con el hecho de que este tipo de entrenamiento los volverá pesados, cansados y con mayor masa muscular.

Coyle (2013) menciona que la mejor manera de alcanzar progresos significativos en el récord mundial de rendimiento de maratón será mejorando la resistencia a la fatiga dentro de los grupos musculares y en la actividad de las articulaciones que experimentan agotamiento de glucógeno o fatiga neurológica, es

aquí donde al hablar de grupos musculares interviene la fuerza. Añon (2017) realiza un análisis citando a varios autores desde el punto de vista mecánico, físico y fisiológico.

“La fuerza es un componente esencial para el rendimiento de cualquier ser humano y su desarrollo formal no puede ser olvidado en la preparación de los deportistas”. (Siff & Verkoshansky(2004), p. 18)

El propósito de esta investigación es aplicar un programa de fuerza, con ejercicios en máquinas y pesas, que permitan correlacionar los indicadores de rendimiento a través de tomas de muestras antes y después del programa de fuerza.

*Autor para correspondencia: Edith G. Suntaxi Suntaxi. E-mail: egsuntaxi@espe.edu.ec

Recibido: 02/03/2021

Aceptado: 04/06/2021

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó con toda la población masculina de maratonistas de la Federación Deportiva Militar Ecuatoriana (FEDEME), que comprende 4 deportistas, en edades entre 30 y 42 años. Se realizaron test de: 1000 m, 5000m, 27km, 42.195km y salto de longitud sin carrera de impulso. Como métodos de medición se utilizaron técnicas de estadística descriptiva (tiempos, frecuencia cardiaca, lactato, vo2 máx) antes y después del programa de fuerza. El programa de fuerza se aplicó en régimen de contracción isotónica, como lo menciona en su estudio Freyre(2015).

La contracción Isotónica o dinámica se la realiza con dos variantes: concéntrico, el cual hace referencia a todo aquel trabajo cuyas características principales conllevan un acortamiento del músculo y excéntrico, que hace referencia a todo aquel trabajo que produce un estiramiento o alargamiento del músculo. (pág.1)

Para la recolección de la información se registraron y analizaron los datos obtenidos durante el proceso de investigación, tomando en cuenta todos los instrumentos utilizados.

Test de 1000m: es un test indirecto para determinar el VO2 MAX y el nivel de resistencia láctica de los maratonistas. Se realiza de manera continua. Consiste en recorrer en el menor tiempo posible la distancia de mil metros.

La medición de lactato se realizó 2 minutos antes de aplicar el test y culminado el test, de igual manera se midió la Frecuencia cardiaca.

Fórmula para obtener el VO2 MAX

$$VO2 \text{ máx.} = 672,17 - t \text{ (segundos)} / 6,762$$

Test de 5000m: este test se efectuó en el parque la Carolina sobre el asfalto, siguiendo la misma metodología utilizada por la IAFF; permite valorar la magnitud de la frecuencia cardiaca y el tiempo recorrido en esta distancia. Los deportistas llevaron puestos sus pulsómetros (Garmin).

Test de 27 Kilómetros: es un indicador que permite medir el tiempo en esta distancia y la magnitud de la frecuencia cardiaca correspondiente, en una distancia que se realiza en la zona aerobia, y que es utilizada, comúnmente, para el control de la resistencia aerobia de los corredores de maratón. Este test se aplicó en el parque la Carolina, en el circuito externo de asfalto que mide 3 700 cada vuelta.

Maratón 42,195 m.: se tomará el tiempo oficial obtenido en el último Maratón y el tiempo en la competición al final del programa: Maratón de La Coruña

Test de fuerza máxima: como base para realizar el plan de fuerza se aplicó el test de fuerza máxima en el Gimnasio del colegio militar Eloy Alfaro y se obtuvo 1RM.

Los ejercicios que fueron evaluados se consideraron de acuerdo a los movimientos generales actuantes en la disciplina, es decir, en el maratón que es un deporte de resistencia. El entrenamiento de la resistencia a la fuerza tiene como objetivo preparar al deportista para que pueda mantener los mejores niveles de fuerza y técnica. (Rosa, (2013), pág.1)

- Sentadilla hack o “hacksquat”/ flexión de rodillas
- Extensión de piernas en máquina sentado
- Flexión de piernas desde acostado o “leg curl”
- Extensión de tobillos en máquina de pie
- Semisentadilla con barra
- Extensión de brazos desde acostado
- Extensión de brazos con barra desde sentado
- Abdominales/ Flexión de tronco
- Lumbares/ Extensión de tronco

Estos ejercicios van a ser trabajados en el programa de fuerza.

Test de resistencia a la fuerza: de igual manera que el test de fuerza máxima, se realizó como base para utilizarlo en el plan de fuerza, los ejercicios fueron lumbares y abdominales en un tiempo de 30”.

Test de abdominales: de cúbito dorsal con las rodillas flexionadas las plantas de los pies apoyadas al suelo, los brazos completamente estirados sobre la cabeza, tocando el piso. En un minuto los deportistas deberán realizar flexión de tronco llevando el pecho hacia sus muslos (cuádriceps), realizando el mayor número de repeticiones.

Test de lumbares: de cúbito ventral, manos sobre la nuca, los deportistas deberán realizar extensión de tronco, ejecutando el mayor número de repeticiones en un minuto.

Salto de longitud sin carrera de impulso: el salto de longitud sin carrera de impulso se ejecutó en una superficie totalmente plana.

El inicio del ejercicio es delimitado por una línea previamente marcada, el deportista se sitúa por detrás de ella, en la propia pista sintética, la zona estará totalmente plana, colindante con la pista de carrera.

Se determinó la distancia entre la línea de salida y la huella más cercana a ella, dejada al caer, en centímetros.

Los resultados obtenidos fueron procesados mediante estadígrafos de tendencia central.

Programa de fuerza

Para la realización del programa de fuerza se tomó en consideración tres fases de fuerza: adaptación, resistencia a la fuerza y fuerza rápida, (tabla 1); se adaptaron estas tres fases ya que los deportistas de acuerdo a su macrociclo se encontraban en la transición del período específico al competitivo.

Para la realización del programa de fuerza se consideró lo mencionado por (Bompa, 2004)“ El entrena-

miento de la fuerza debe basarse en la necesidad de periodización del deporte concreto”(pág.7). Asimismo menciona que “Toda periodización de los programas de fuerza comienzan con una fase de adaptación anatómica general que prepara el cuerpo para las siguientes fases.” (pág. 7)

El programa de fuerza aplicado se ejecutó, ajustando la planificación a la característica del deporte y a la etapa de entrenamiento; los programas varían de acuerdo al 1RM de cada deportista, todo lo demás se mantiene.

Para el plan de fuerza específico de cada deportista se consideró el 1 RM, los porcentajes (volumen), la intensidad y el descanso van de acuerdo a la fases del programa.

RESULTADOS

En relación con los tiempos (ver tabla 2)

Se efectuaron 2 mediciones antes, y después de aplicar el programa de fuerza Los test evaluados fueron: test de 1000 metros, test de 5 kilómetros y test de 27 kilómetros.

En la tabla 2 se puede observar que el total de deportistas ha mejorado sus resultados luego de aplicado el programa de fuerza al obtener un mejor tiempo en el postest con relación al pretest. (Figura 1)



Figura 1. Diferencia entre el postest y pretest de la media del tiempo

En los resultados con relación al Tiempo de una población de 4 deportistas en el test de 1000 metros se obtuvo una media de 0:03:03 en el pretest y 0:02:47 en el postest; se obtuvo como resultado una disminución - 0:00:15. En el test de 5km con una media de 0:15:33 en el pretest y 0:15:153 en el postest, se obtuvo como resultado -0:00:18. En el test de 27km con una media de 1:29:58 en el pretest y 1:27:38 en el postest, se obtuvo como resultado -0:02:20.

Respecto a la frecuencia cardiaca en reposo (tabla 3)

De los 4 deportistas estudiados en el postest todos muestran reducción de su FCR con relación al pretest (Figura 2)

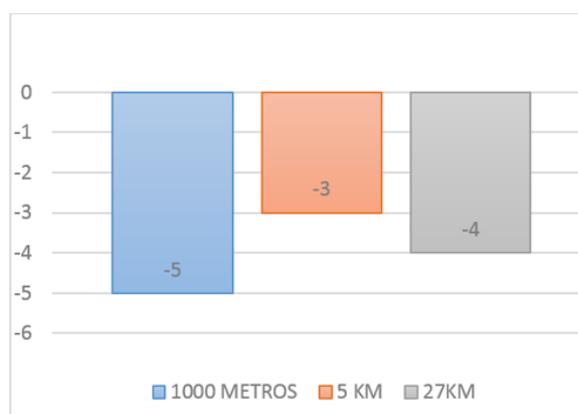


Figura 2. Diferencia entre el postest y pretest de la media de FCR.

En los resultados del test de Frecuencia Cardiaca en Reposo (FCR) de una población de cuatro deportistas en el test de 1000 metros se obtuvo una media de FCR de 59 ppm en el pretest y 54ppm en el postest con una

Tabla 1. Programa de Fuerza

FASES	ADAPTACION			RESISTENCIA FUERZA			FUERZA RAPIDA	
Meses	Febrero	Febrero	Feb-Marzo	Marzo	Marzo	Marzo	Marzo	Abril
Semanas	1	2	3	4	5	6	7	8
Días	12 -16	14 -23	26- 02	5 -9	12 -16	19-23	26 -30	02-06
Porcentajes	40%	45%	50%	45%	60%	50%	60%	50%
Número de repeticiones	15	20	18	25	20	22	10	12
Número de series	3	3	3	3	3	3	3	3

Tabla 2. Tiempos

DEPORTISTAS	1000 M TIEMPO		5KM TIEMPO		27KM TIEMPO	
	PRE TEST	POS TEST	PRE TEST	POS TEST	PRE TEST	POS TEST
A	0:02:57	0:02:50	0:15:48	0:15:22	1:30:03	1:27:51
B	0:03:02	0:02:47	0:15:41	0:15:22	1:30:04	1:28:04
C	0:02:52	0:02:49	0:15:18	0:15:05	1:29:40	1:27:15
D	0:03:20	0:02:46	0:15:26	0:15:10	1:30:04	1:27:23
Máximo	0:03:20	0:02:49	0:15:48	0:15:22	1:30:04	1:28:04
Mínimo	0:02:52	0:02:46	0:15:18	0:15:05	1:29:40	1:27:15
Media	0:03:03	0:02:47	0:15:33	0:15:15	1:29:58	1:27:38

diferencia de -5ppm. En el test de 5km con una media de FCR de 57ppm en el pretest y 54ppm en el posttest, como diferencia -3ppm. En el test de 27km con una media de FCR de 59ppm en el pretest y 56 ppm en el posttest, se obtuvo una diferencia de -4 ppm.

En cuanto a la frecuencia cardiaca máxima (tabla 4)

De los 4 deportistas estudiados el 100% muestra incremento de la FCMax. En el test de 1000 y test de 5km; en el test de 27 km el 75% incrementa su FCMax y el 25% (un deportista) mantiene su FCMax. (Figura 3)

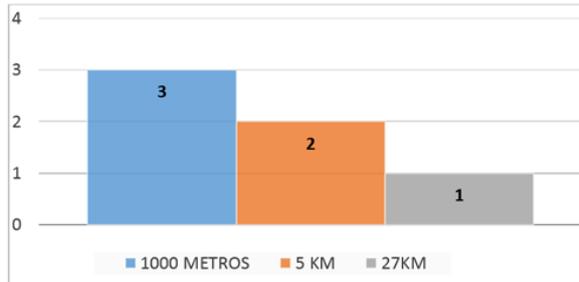


Figura 3. Diferencia entre el posttest y pretest de la media de FCMax

Tabla 3. Frecuencia cardiaca en reposo

ATLETAS	1000 MTRS TEST		5KM TEST		27KM TEST	
	PRE TEST	POSTEST	PRETEST	POSTEST	PRETEST	POSTEST
A	60	56	57	55	58	55
B	57	54	61	54	60	58
C	58	56	54	55	54	52
D	60	50	55	53	64	57
Máximo	60	56	61	55	64	58
Mínimo	57	50	54	53	54	52
Media	59	54	57	54	59	56

Tabla 4. Frecuencia cardiaca máxima

DEPORTISTAS	TEST 1000 MTRS		TEST 5km		27KM	
	PRE TEST	POS TEST	PRE TEST	POS TEST	PRE TEST	POS TEST
A	156	159	160	160	166	167
B	156	158	158	162	160	162
C	175	176	172	173	170	170
D	152	158	166	166	168	168
MÁXIMO	175	176	172	173	170	170
MÍNIMO	152	158	158	160	160	162
MEDIA	160	163	164	165	166	167

Tabla 5. VO2max.

DEPORTISTAS	PRETEST	POSTEST
A	66,28	67,31
B	65,54	67,76
C	67,02	67,46
D	65,39	67,90
MÁXIMO	67,02	67,90
MÍNIMO	65,39	67,31
MEDIA	66,06	67,61

En los resultados del test de Frecuencia Cardiaca Máxima (FCMax) de una población de 4 deportistas en el test de 1000 metros se obtuvo como FCMax una media de 160ppm en el pretest y 163ppm en el posttest, como resultado, un incremento de 3ppm. En el test de 5km como media de FCMax 164ppm en el pretest y 165ppm en el posttest, incrementando 2ppm. En el test de 27 km con una media de FCMax 166ppm en el pretest y 167ppm en el posttest, se obtuvo como resultado un incremento de 1ppm.

Vo2 Máximo (tabla 5)

De un total de 4 deportistas estudiados todos han mejorado su Vo2 Max, se obtuvo en el pretest como valor máximo 67,76 VO2max. en el posttest 67,90 Como mínimo en el pretest 65,39 VO2max; en el posttest 67,31 VO2max.

Como media 66,06 VO2max en el pretest y 67,61 VO2max en el posttest es decir, el equipo incrementó 1,55 de su VO2max.

Lactato (tabla 6)

El lactato en reposo de los deportistas se redujo luego de la aplicación del programa de fuerza, se obtuvo como valor máximo de Lactato en Reposo (L.R)

3,6mmol/l/min en el pretest y 1,7mmol/l/min en el postest, como valor mínimo de LR 2,4mmol/l/min en el pretest y 1,2mmol/l/min, en el postest.

La medición de Lactato Máximo (L.M) tomado inmediatamente culminado el test de 1000 metros incrementó sus valores en el pretest, como máximo de L.M 11mmol/l/min y 19,1mmol/l/min en el postest, como valor mínimo de L.M 5,5mmol/l/min en el pretest y 9,9 mmol/l/min en el postest.(Figura 4)

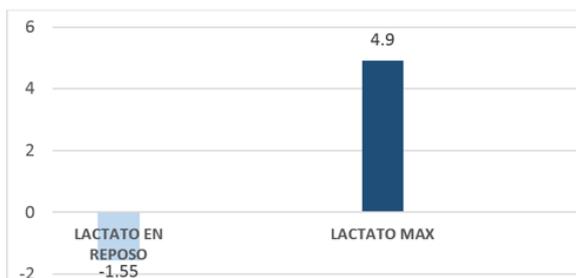


Figura 4. Diferencia entre el pretest y postest de la media de L.R y L.M

De un total de 4 deportistas estudiados a quienes se les realizó la prueba de L.R; como media en el pretest se alcanza 3,5 mmol/l/min, en el postest 1,5 mmol/l/min. ; se obtuvo una disminución de-1,55 mmol/l/min.

Como valor de L.M se obtienen en el pretest una media de 8,15 mmol/l/min y en el postest 13,1; un incremento de 4,9 mmol/l/min.

Salto de longitud sin carrera de impulso (tablas 7 y 8)

Para realizar el análisis del salto de longitud sin carrera de impulso se tomó el mejor salto de los tres intentos tanto en el pretest como en el postest.

Como se aprecia en la figura 5, luego de aplicado el Programa de Fuerza (postest) se obtuvo como máximo 2 metros 05cm, en el pretest 1,99 mejorando 4 cm; como salto mínimo 1,73 en el postest y 1,65 en el pretest mejorando 8 cm; como media en el postest 1,85 en el pretest 1,78 se obtuvo una mejora de 7cm.

Tiempos en el maratón (tabla 9 y figura 6)

Para el análisis de los deportistas en la prueba de maratón 42 kilómetros 195 metros se consideró el tiempo realizado en el año anterior y el presente año, el deportista B no consta en este análisis ya que no asistió a la competición, por motivos de presupuesto.

La prueba antes de realizar el programa de fuerza fue la maratón de Ottawa, donde se obtuvo como tiempo máximo 2:28:24, como mínimo 2:21:46; luego de realizar el programa de fuerza la maratón que realizaron fue la de La Coruña donde se obtuvo como tiempo máximo 2:26:01 y como tiempo mínimo, es decir el mejor tiempo, 2:21:59.

La Media de los deportistas en el pretest es 2:25:10 y 2:24:22 en el postest con una mejora de -0:00:48.

Tabla 6. Lactato

	LACTATO EN REPOSO		LACTATO MÁXIMO	
	PRETEST	POSTEST	PRETEST	POSTEST
A	2,4	1,5	11	11,6
B	3,3	1,2	8,8	11,7
C	2,9	1,6	7,3	9,9
D	3,6	1,7	5,5	19,1
MÁX	3,6	1,7	11	19,1
MÍN	2,4	1,2	5,5	9,9
MEDIA	3,05	1,5	8,15	13,1

Tabla 7. Salto de longitud sin carrera de impulso Pretest

SALTOS	Salto 1	Salto 2	Salto 3	MEJOR SALTO
A	1,81	1,77	1,60	1,81
B	1,68	1,67	1,60	1,68
C	1,87	1,93	1,99	1,99
D	1,57	1,57	1,65	1,65

Tabla 8. Salto de longitud sin carrera de impulso Postest

SALTOS	Salto 1	Salto 2	Salto 3	MEJOR SALTO
A	1,80	1,87	1,68	1,87
B	1,76	1,67	1,69	1,76
C	1,90	1,89	2,05	2,05
D	1,67	1,60	1,73	1,73

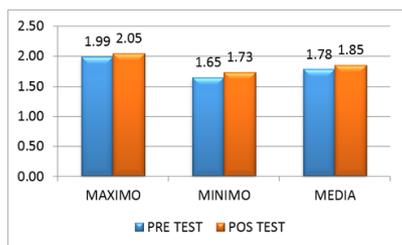


Figura 5. Salto de longitud sin carrera de impulso

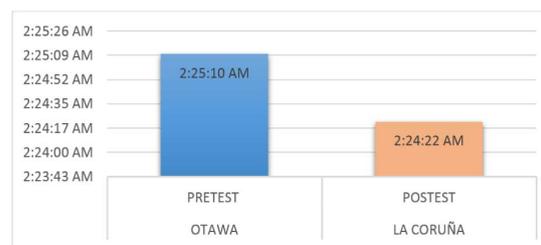


Figura 6. Media, Maratón La Coruña y Ottawa

Tabla 9. Tiempos maratón Ottawa y La Coruña

DEPORTISTAS	OTTAWA	LA CORUÑA
	PRETEST	POSTEST
A	2:21:46	2:26:01
C	2:28:24	2:21:59
D	2:25:20	2:25:06
MÁX	2:28:24	2:26:01
MÍN	2:21:46	2:21:59
MEDIA	2:25:08	2:24:13

DISCUSIÓN

La investigación realizada reafirma lo mencionado en la investigación *The effect of strength training on performance in endurance athletes* (Beattie, Kenny, Lyons, & Carson, 2014). Una técnica para mejorar la eficiencia neuromuscular en atletas es a través del entrenamiento de fuerza, lo que beneficia de manera general a los deportistas.

Durante la fase de preparación general, se deben usar mayores volúmenes de entrenamiento de fuerza, *Strength Training for Endurance Athletes: Theory to Practice*, (Bazyler, Abbott, Bellon, Taber, & Ston, 2015) no se pudo confirmar esta teoría ya que al momento de la investigación los deportistas se encontraban en la etapa competitiva.

En la investigación se destaca como muy positivo los valores obtenidos del lactato sanguíneo, una vez concluida la aplicación del programa de fuerza, directamente asociados con una mejor preparación láctica de los corredores.

CONCLUSIONES

- En la investigación se cumple con los objetivos propuestos y se confirma la hipótesis planteada, demostrando que el entrenamiento de fuerza actuó de manera positiva en el rendimiento de maratonistas de la FEDEME.
- Los resultados evidencian que hubo mejoría ostensible en todas las pruebas de carrera y en el salto, lo que resulta un elemento indicativo de un desarrollo efectivo de la resistencia aerobia, láctica y la fuerza rápida.
- Los indicadores fisiológicos VO₂máx, frecuencia cardíaca máxima y mínima valores de lactato máxi-

mo y mínimo del lactato mostraron desplazamientos muy positivos, indicativos de la influencia positiva del programa de fuerza aplicado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Añon, P. Biokinetics. (2017). Obtenido de <https://g-se.com/entrenamiento-de-la-fuerza-orientado-a-actividades-deportivas>
- Bazyler, C. D., Abbott, H. A., Bellon, C. R., Taber, C. B., & Ston, M. H. (2015). *Strength Training for Endurance Athletes: Theory to Practice*. Johnson City Tennessee, Washington, E.E.U.U.
- Beattie, K., Kenny, I. C., Lyons, M., & Carson, B. P. (2014). *The effect of strength training on performance in endurance athletes* <<PuvMed.gov. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24532151>
- Bompa, T. O. (2004). *Periodización del Entrenamiento Deportivo*. Barcelona: Paidotribo.
- Coyle, E. F. (2013). *Regulación Fisiológica del Rendimiento en el Maratón*. <https://g-se.com>
- Freyre, F. (2015). *Concepciones básicas teóricas de la fuerza muscular*. *efdeportes*.
- IAAF. (2018). *IAAF WORLD RECORDS*. Obtenido de <https://www.iaaf.org/records/by-category/world-records>
- Rosa, A. *Metodología de entrenamiento de la fuerza*. (2013). *EFDeportes*. Obtenido de <https://www.efdeportes.com/efd186/metodologia-de-entrenamiento-de-la-fuerza.htm>
- Siff, M. C., & Verkhoshansky, Y. (2004). *Superentrenamiento*. Barcelona: Paidotribo.

Conflictos de intereses: Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

Contribución de los autores: Concepción de las ideas: **Edith Geanine Sntaxi Sntaxi**. Obtención de los datos: **Edith Geanine Sntaxi Sntaxi**. Elaboración del artículo: **Edith Geanine Sntaxi Sntaxi y Edgardo Romero Frómeta**. Revisión crítica del documento: **Edgardo Romero Frómeta**

Este artículo se encuentra bajo licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)