

## INCIDENCIA DEL ENTRENAMIENTO DE FUERZA MÁXIMA EN LOS PARÁMETROS FISIOLÓGICOS Y EL RENDIMIENTO DE LOS ARQUEROS DE ALTO NIVEL IMPACT OF MAXIMAL STRENGTH TRAINING ON PHYSIOLOGICAL PARAMETERS AND PERFORMANCE IN ELITE GOALKEEPERS

**Autores:** <sup>1</sup>Yoaner Caballero Valdivia y <sup>2</sup>Nelly Priscila Sangucho Hidalgo.

<sup>1</sup>ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0009-4031-9159>

<sup>2</sup>ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2596-5215>

<sup>1</sup>E-mail de contacto: [yoaner.caballerovaldivia6334@upse.edu.ec](mailto:yoaner.caballerovaldivia6334@upse.edu.ec)

<sup>2</sup>E-mail de contacto: [nsangucho2588@upse.edu.ec](mailto:nsangucho2588@upse.edu.ec)

Afiliación: <sup>1</sup><sup>2</sup>Universidad Estatal Península de Santa Elena, (Ecuador).

Artículo recibido: 2 de Septiembre del 2026.

Artículo revisado: 5 de Septiembre del 2026.

Artículo aprobado: 5 de Septiembre del 2026.

<sup>1</sup>Licenciado en Cultura Física, graduado de la Universidad de Ciencias de la Cultura Física y el Deporte “Manuel Fajardo”, (Cuba).  
Maestrante en Entrenamiento Deportivo en la Universidad Estatal Península de Santa Elena, UPSE, (Ecuador).

<sup>2</sup>Licenciada en Ciencias de la Actividad Física, Deportes y Recreación, graduada de la Universidad de las Fuerzas Armadas, ESPE, (Ecuador). Magister en Entrenamiento Deportivo, graduada de la Universidad Estatal Península de Santa Elena – UPSE, (Ecuador).  
Especialista en deporte adaptado, con trayectoria profesional en el Comité Paralímpico Ecuatoriano.

### Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo analizar la incidencia del entrenamiento de fuerza máxima del tren superior en el rendimiento competitivo de arqueros de alto rendimiento durante el período comprendido entre dos mil veintiuno y dos mil veintiséis. Se desarrolló una investigación cuantitativa, aplicada, con diseño longitudinal retrospectivo y de medidas repetidas en doce deportistas pertenecientes a la Federación Deportiva del Guayas. Se evaluaron cuatro ejercicios fundamentales de fuerza máxima mediante el test de una repetición máxima en remo inclinado, remo parado, jalón de espalda y tríceps, contrastándolos con los registros oficiales de puntaje en la ronda clasificatoria de setenta y dos flechas a través de análisis descriptivos y matrices de correlación de Pearson. Los resultados mostraron un incremento promedio sustancial de la fuerza máxima del ochenta y tres coma noventa y cinco por ciento en todos los ejercicios evaluados y una tendencia creciente en el rendimiento competitivo interanual. No obstante, el análisis correlacional reveló asociaciones predominantemente bajas y coeficientes inversos significativos en temporadas específicas, evidenciando una ausencia de relación lineal positiva directa entre las ganancias de fuerza y los puntajes. Se concluye que el entrenamiento de fuerza máxima del tren superior constituye una capacidad de soporte funcional indispensable para prevenir la fatiga,

pero no determina por sí solo el rendimiento competitivo final, el cual depende prioritariamente de la consistencia técnica y la preparación psicológica.

**Palabras clave:** Tiro con arco, Fuerza máxima, Rendimiento deportivo, Tren superior, Preparación física, Control del entrenamiento, Deportistas élite.

### Abstract

The aim of this study was to analyze the effects of upper body maximum strength training on the competitive performance of elite archers during the period between two thousand twenty-one and two thousand twenty-six. A quantitative, applied research project with a retrospective longitudinal design and repeated measures was carried out on twelve high performance athletes belonging to the Guayas Sports Federation. Four fundamental maximum strength exercises were evaluated through the one repetition maximum test in bent over row, upright row, lat pulldown, and triceps extension, contrasting these physical measures with official competition score records from the seventy-two arrow ranking round through descriptive statistics and Pearson correlation matrices. The results demonstrated a substantial average increase in maximum strength of eighty-three point ninety-five percent across all evaluated exercises, alongside a sustained growing trend in interannual competitive performance throughout the analyzed cycles. However, the

inferential correlational analysis revealed predominantly weak associations and statistically significant inverse coefficients during specific seasons, demonstrating the absence of a direct positive linear relationship between general strength gains and shooting scores. It is concluded that upper body maximum strength training represents an indispensable functional support capacity to prevent muscular fatigue, but does not independently determine final athletic performance, which remains primarily governed by fine technical consistency and psychological preparation.

**Keywords:** Archery, Maximal strength, Sports performance, Upper body, Physical conditioning, Training monitoring, Elite athletes.

### Sumário

O presente estudo teve como objetivo analisar a incidência do treinamento de força máxima dos membros superiores no desempenho competitivo de arqueiros de elite durante o período compreendido entre dois mil e vinte e um e dois mil e vinte e seis. Foi desenvolvida uma pesquisa quantitativa, aplicada, com delineamento longitudinal retrospectivo e medidas repetidas em doze atletas pertencentes à Federação Desportiva do Guayas. Avaliaram-se quatro exercícios fundamentais de força máxima por meio do teste de uma repetição máxima em remada curvada, remada alta, puxada frente e tríceps, contrastando essas medidas com os registros oficiais de pontuação da rodada classificatória de setenta e duas flechas através de análises descritivas e matrizes de correlação de Pearson. Os resultados demonstraram um incremento médio substancial da força máxima de oitenta e três vírgula noventa e cinco por cento em todos os exercícios avaliados, acompanhado por uma tendência crescente no desempenho competitivo interanual. Contudo, a análise correlacional revelou associações predominantemente fracas e coeficientes inversos estatisticamente significativos em temporadas específicas, evidenciando a ausência de uma relação linear positiva direta entre os ganhos de força e as pontuações. Conclui-se que o treinamento de força máxima

dos membros superiores constitui uma capacidade de suporte funcional indispensável para prevenir a fadiga muscular, mas não determina isoladamente o rendimento competitivo final, o qual depende prioritariamente da consistência técnica e do controle psicológico.

**Palavras-chave:** Tiro com arco, Força máxima, Desempenho esportivo, Membros superiores, Preparação física, Controle do treinamento, Atletas de elite.

### Introducción

El tiro con arco de alto rendimiento constituye una de las disciplinas deportivas de precisión fina más exigentes dentro del programa olímpico. En este deporte, el rendimiento competitivo exitoso está determinado por la capacidad del atleta para reproducir con extrema consistencia un patrón de movimiento biomecánico altamente automatizado a lo largo de rondas clasificatorias extensas de setenta y dos disparos. La secuencia técnica del tiro con arco, que integra las fases de apertura, anclaje, puntería, expansión y suelta, demanda un control neuromuscular fino y una estabilidad postural rigurosa bajo condiciones de estrés psicológico y fatiga metabólica local (Lee y De Bondt, 2014). En este contexto, la preparación física ha dejado de ser un componente secundario para convertirse en un pilar fundamental en la planificación deportiva moderna (Bompa y Buzzichelli, 2019).

Dentro de las capacidades condicionales, la fuerza máxima representa la base funcional sobre la cual se desarrollan otras manifestaciones de la fuerza y la eficiencia neuromuscular (Zatsiorsky & Kraemer, 2006). En el tiro con arco, se ha sugerido ampliamente que el incremento de la fuerza máxima del tren superior reduce el porcentaje de utilización relativa respecto al libraje del implemento, lo que teóricamente disminuye las microoscilaciones del arco y previene el deterioro técnico asociado al cansancio en

competencias prolongadas (Ertan et al., 2003; Spratford y Campbell, 2017). Diversos estudios biomecánicos y electromiográficos han evidenciado que la activación coordinada del trapecio, los romboides, el dorsal ancho y el deltoides posterior es determinante para fijar la cintura escapular y garantizar una alineación adecuada del plano de tracción (Ahmad et al., 2013; Simsek et al., 2019).

Sin embargo, a pesar de la relevancia teórica atribuida a la preparación de fuerza, la literatura científica presenta importantes vacíos metodológicos. La gran mayoría de los estudios disponibles se ha centrado en intervenciones experimentales de corta duración generalmente entre seis y doce semanas o en análisis biomecánicos transversales de laboratorio (Simsek et al., 2019; Soyly et al., 2021). Son escasas las investigaciones de diseño longitudinal retrospectivo que analicen de forma paralela la evolución multianual de las cargas de fuerza máxima y los puntajes oficiales obtenidos en torneos de alto nivel. Esta limitación ha propiciado la creencia empírica entre entrenadores de que incrementos lineales en la fuerza muscular en gimnasio se traducen automáticamente en una mayor puntuación en la diana. Por consiguiente, el objetivo de esta investigación fue analizar la incidencia y el comportamiento correlacional del entrenamiento de fuerza máxima del tren superior en el rendimiento de arqueros elite a lo largo de un ciclo multianual de preparación.

### **Materiales y Métodos**

Se realizó una investigación de enfoque cuantitativo, de tipo aplicado, con un diseño longitudinal retrospectivo y de medidas repetidas. El estudio analizó la evolución de la fuerza máxima del tren superior y la evolución del rendimiento competitivo de los deportistas a lo largo de un período de seguimiento multianual (2021 a 2026). La muestra estuvo conformada por 12 arqueros elite de alto

rendimiento, distribuidos equitativamente entre seis hombres y seis mujeres, pertenecientes a la Federación Deportiva del Guayas y a la Selección Nacional del Ecuador. Los participantes presentaron una edad promedio de  $18,4 \pm 3,2$  años y se encontraban vinculados a las modalidades de Arco Recurvo y Arco Compuesto. La selección de los deportistas respondió a la disponibilidad de registros históricos suficientes para analizar longitudinalmente la evolución de la fuerza máxima y del rendimiento competitivo durante el período comprendido entre 2021 y 2026.

Como criterios de inclusión se consideró que los deportistas pertenecieran a la Federación Deportiva del Guayas y hubieran sido evaluados sistemáticamente durante el período 2021–2026. Asimismo, debían disponer de registros completos de las evaluaciones de fuerza máxima correspondientes al pretest y postest, además de contar con participación y registros oficiales de puntuación en competencias nacionales o internacionales durante el período analizado. Por otra parte, se excluyeron los deportistas cuyos registros históricos estuvieran incompletos, aquellos que presentaran ausencias prolongadas durante el proceso de entrenamiento y los arqueros que hubieran sufrido lesiones musculoesqueléticas severas capaces de interrumpir su preparación física durante más de tres meses consecutivos.

La variable independiente correspondió al entrenamiento de fuerza máxima del tren superior, evaluado mediante la carga máxima alcanzada en una repetición máxima (1RM), expresada en kilogramos, en cuatro ejercicios considerados relevantes dentro de la preparación física de los arqueros: remo inclinado, remo parado, jalón de espalda y tríceps. Por su parte, la variable dependiente fue el rendimiento deportivo competitivo, evaluado mediante el promedio anual obtenido en las competencias oficiales, específicamente en la

ronda clasificatoria de 72 flechas, el puntaje máximo individual registrado y el promedio general competitivo alcanzado durante el período de estudio.

Para la recolección de la información se emplearon dos instrumentos principales. El primero correspondió al test de fuerza máxima mediante una repetición máxima (1RM), aplicado en el gimnasio de preparación física de la Federación Deportiva del Guayas bajo la supervisión del cuerpo técnico. La evaluación se realizó mediante un protocolo progresivo con pesos libres y poleas estandarizadas, en el que la resistencia fue incrementada de manera controlada hasta determinar la mayor carga que cada deportista podía movilizar en una única repetición ejecutada correctamente desde el punto de vista técnico. Los valores obtenidos en los ejercicios de remo inclinado, remo parado, jalón de espalda y tríceps fueron registrados en las planillas oficiales de seguimiento y control del entrenamiento.

El segundo instrumento estuvo constituido por los registros oficiales de competencia, conformados por actas de juzgamiento y planillas de puntuación avaladas por la Federación Ecuatoriana de Tiro con Arco y World Archery. Estos registros, disponibles mediante los sistemas oficiales Ianseos y WAREOS, permitieron recopilar los puntajes obtenidos por los deportistas en las rondas clasificatorias de 72 flechas y establecer indicadores comparables del rendimiento competitivo a lo largo de las temporadas comprendidas entre 2021 y 2026. El procedimiento inició con la recopilación y depuración de los registros históricos correspondientes a las evaluaciones de fuerza máxima y a las puntuaciones oficiales de competencia de los deportistas incluidos en la muestra. La información fue organizada cronológicamente con el propósito de analizar la evolución de ambas variables durante el

período 2021–2026. A partir de las bases de datos de entrenamiento se extrajeron las mediciones de fuerza máxima correspondientes al pretest y posttest disponibles para los años evaluados en los cuatro ejercicios seleccionados. Paralelamente, se consolidaron los puntajes alcanzados por cada arquero en las rondas clasificatorias oficiales de 72 flechas.

Posteriormente, los registros fueron integrados en una base de datos única para comparar temporalmente la evolución de la fuerza máxima del tren superior con el comportamiento del rendimiento competitivo. Este procedimiento permitió examinar tanto los cambios producidos en las capacidades de fuerza como la estabilidad o variación de las puntuaciones deportivas alcanzadas durante las distintas temporadas analizadas.

El procesamiento y análisis de los datos se realizó mediante el paquete estadístico IBM SPSS Statistics, versión 26.0. Inicialmente, se efectuó un análisis descriptivo mediante el cálculo de la media aritmética y la desviación estándar, complementado con los porcentajes de cambio o mejora relativa. Estos estadísticos permitieron caracterizar la evolución longitudinal de la fuerza máxima en los cuatro ejercicios evaluados y describir el comportamiento de los puntajes obtenidos en las rondas clasificatorias oficiales durante el período comprendido entre 2021 y 2026.

Posteriormente, se desarrolló el análisis inferencial con el propósito de determinar el grado de asociación entre la fuerza máxima del tren superior y el rendimiento deportivo competitivo. Para ello se aplicó el coeficiente de correlación bivariada de Pearson ( $r$ ), considerando la dirección y magnitud de las relaciones identificadas entre las variables. El análisis contempló una matriz de correlación cruzada entre las mediciones de fuerza máxima correspondientes al pretest y posttest de los años

2021, 2022 y 2025, considerando los cuatro ejercicios evaluados, y los promedios de puntuación competitiva obtenidos entre 2021 y 2026.

Adicionalmente, se elaboró una matriz de correlación interanual entre los promedios de puntuación competitiva registrados durante las seis temporadas estudiadas. Este análisis permitió examinar el grado de estabilidad y consistencia temporal del rendimiento de los arqueros, así como identificar posibles relaciones entre el desempeño alcanzado en diferentes años de competición. Para la interpretación de las pruebas inferenciales se consideraron niveles de significación estadística bilateral (two-tailed) de  $p < 0,05$  y  $p < 0,01$ , estableciendo estos valores como criterios para determinar la significación de las asociaciones encontradas.

### Resultados y Discusión

A continuación, se presentan los resultados del estudio.

**Tabla 1.** *Evolución de la Fuerza Máxima por Ejercicio durante el Período de Estudio (1RM en kg).*

| Ejercicio      | Pretest (kg) | Posttest (kg) | Mejora (%) |
|----------------|--------------|---------------|------------|
| Remo Inclinado | 32.42        | 59.58         | +83.80%    |
| Remo Parado    | 21.92        | 40.08         | +82.89%    |
| Jalón Espalda  | 32.83        | 61.17         | +86.29%    |
| Tríceps        | 29.17        | 53.17         | +82.29%    |

Fuente: Elaboración propia.

Los valores corresponden al promedio de los doce deportistas, se compararon los valores promedio obtenidos en el Pretest (2021) y el Posttest (2025/2026) para los cuatro ejercicios evaluados en la cohorte de deportistas ( $N = 12$ ). Como se observa en la Tabla 1, todos los ejercicios presentaron un incremento promedio en la fuerza máxima. El Jalón de Espalda registró la mayor mejora porcentual (86.29 %), seguido del Remo Inclinado (83.80 %), mientras que el Tríceps mostró el menor incremento promedio (82.29 %).

**Tabla 2.** *Evolución del Rendimiento Deportivo Promedio (2021–2026).*

| Año  | Promedio (puntos) |
|------|-------------------|
| 2021 | 604.66            |
| 2022 | 618.26            |
| 2023 | 613.84            |
| 2024 | 623.56            |
| 2025 | 637.13            |
| 2026 | 635.52            |

Fuente: Elaboración propia.

A partir de la base maestra de puntuaciones oficiales obtenidas en la ronda clasificatoria de 72 flechas, se calculó el rendimiento competitivo promedio anual de los deportistas a lo largo de seis temporadas (Tabla 2). El promedio competitivo mostró una tendencia creciente durante el período de estudio, pasando de 604.66 puntos en el año inicial a un pico de 637.13 puntos en 2025, lo que representa un incremento medio general de +32.47 puntos en la cohorte analizada.

Aunque el rendimiento mostró una tendencia creciente, se observaron pequeñas variaciones entre temporadas. Como se observa en la Tabla 2, todos los ejercicios presentaron un incremento promedio en la fuerza máxima. El Jalón de Espalda registró la mayor mejora porcentual (86.29 %), seguido del Remo Inclinado (83.80 %), mientras que el Tríceps mostró el menor incremento promedio (82.29 %).

**Tabla 3.** *Comparativa Individual entre Ganancia de Fuerza y Mejora de Puntaje Competitivo.*

| Deportista                       | % mejora fuerza | Mejora puntaje (pts) |
|----------------------------------|-----------------|----------------------|
| Blanca Rodrigo Bueno             | 108.05%         | +57.40               |
| Adriana Espinoza de los Monteros | 108.24%         | -44.00               |
| Mia Navarrete Vargas             | 103.85%         | +20.20               |
| Dana Navarrete Vargas            | 95.77%          | -13.10               |
| María Sol Intriago González      | 72.15%          | +35.00               |
| Melissa Mera Maza                | 64.44%          | -10.70               |
| Lester Ortegon Morales           | 98.18%          | +19.30               |
| Juan Andrés Sánchez Rugel        | 107.95%         | +75.00               |
| Joseph García Santos             | 94.74%          | +11.70               |
| Eduardo Ortegon Morales          | 62.26%          | +18.60               |
| Daniel Guerrero Aspiazú          | 57.04%          | -10.00               |
| David Asinc Moncayo              | 58.28%          | +50.70               |

Fuente: Elaboración propia.

Los valores corresponden a la comparación de la de fuerza con la mejora en puntajes de los doce deportistas. Al comparar la mejora porcentual de la fuerza máxima con la variación del puntaje competitivo, se observó que algunos deportistas que incrementaron considerablemente su fuerza también mejoraron su rendimiento, mientras que otros presentaron

comportamientos diferentes. Estos resultados evidencian que el incremento de la fuerza máxima, por sí solo, no explica completamente las variaciones observadas en el rendimiento competitivo, por lo que podrían intervenir otros factores propios del entrenamiento y de la ejecución técnica.

**Tabla 4.** Matriz de Correlación pre y post test fuerza del tren superior.

| Año  | Ejercicio       | Correlación pretest–postest (r) | Significación | Interpretación    |
|------|-----------------|---------------------------------|---------------|-------------------|
| 2021 | Remo inclinado  | 0,999**                         | $p < 0,01$    | Positiva muy alta |
|      | Remo parado     | 0,998**                         | $p < 0,01$    | Positiva muy alta |
|      | Alón de espalda | 0,997**                         | $p < 0,01$    | Positiva muy alta |
|      | Tríceps         | 0,994**                         | $p < 0,01$    | Positiva muy alta |
| 2022 | Remo inclinado  | 0,999**                         | $p < 0,01$    | Positiva muy alta |
|      | Remo parado     | 0,998**                         | $p < 0,01$    | Positiva muy alta |
|      | Alón de espalda | 0,996**                         | $p < 0,01$    | Positiva muy alta |
|      | Tríceps         | 0,993**                         | $p < 0,01$    | Positiva muy alta |
| 2025 | Remo inclinado  | 0,997**                         | $p < 0,01$    | Positiva muy alta |
|      | Remo parado     | 0,977**                         | $p < 0,01$    | Positiva muy alta |
|      | Alón de espalda | 0,989**                         | $p < 0,01$    | Positiva muy alta |
|      | Tríceps         | 0,943**                         | $p < 0,01$    | Positiva muy alta |

Fuente: Elaboración propia.

El análisis inferencial se centró en la matriz de correlación de Pearson (Tabla 4), con el objetivo de examinar la relación entre las mediciones de fuerza máxima en ejercicios del tren superior (remo inclinado, remo parado, alón de espalda y tríceps) y los promedios de puntaje obtenidos en competencias entre 2021 y 2026, en un grupo de 12 deportistas de alto rendimiento en tiro con arco. Además, esta primera parte estuvo acentuada en aquellas correlaciones que resultaron estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) y que presentaron una magnitud de moderada a alta ( $r \geq 0,30$ ).

En cuanto a los resultados, en primer lugar, se mostraron correlaciones entre las variables de fuerza durante los años 2021 y 2022 (pre y post), y los promedios de puntaje de años posteriores (2021, 2023, 2024 y 2026), que fueron predominantemente bajas y, en su mayoría, no significativas ( $p > 0,05$ ). Sin embargo, destacó una correlación negativa moderada entre el promedio de puntaje del año 2022 y prácticamente todas las pruebas de fuerza de 2021 y 2022, y 2025, con coeficientes

negativos que oscilaron entre  $r = -0,413$  y  $r = -0,525$  ( $p < 0,05$ ). Este resultado podría sugerir que, en dicho período, un mayor nivel de fuerza máxima en el tren superior se asoció inversamente con el rendimiento en competencia, lo cual podría interpretarse como un indicio de que un exceso de fuerza y/o una falta de especificidad en el entrenamiento pudo haber afectado la precisión o la estabilidad del resultado deportivo (Tabla 4).

Por otra parte, las variables de fuerza del año 2025 mostraron las asociaciones más sólidas y sistemáticas con el rendimiento, particularmente con los promedios de puntaje del año 2025. En este sentido, el promedio de puntaje del año 2025 presentó correlaciones negativas de magnitud moderada a alta con todas las pruebas de fuerza del pretest y posttest de 2025, siendo especialmente notables las asociaciones con el remo inclinado posttest ( $r = -0,726$ ,  $p < 0,01$ ), el remo parado posttest ( $r = -0,723$ ,  $p < 0,01$ ), el alón de espalda pretest ( $r = -0,732$ ,  $p < 0,01$ ) y el tríceps posttest ( $r = -0,600$ ,  $p < 0,05$ ). Sin embargo, el promedio de puntaje

del año 2021-2024, y 2026 correlacionaron de manera casi nula y baja (positiva y negativa) y no significativas con la mayoría de las pruebas de fuerza de 2025.

Las correlaciones negativas, de moderadas a altas, en el promedio de puntaje del año 2025 con todas las fuerzas, indican que los deportistas que registraron menores niveles de fuerza máxima en el tren superior durante el año 2025 tendieron a obtener mejores puntajes en el puntaje del año 2025, lo que sugiere que la fuerza máxima, medida en estos ejercicios, no es un predictor directo del rendimiento en tiro con arco, y que incluso podría ser perjudicial cuando no se encuentra adecuadamente contextualizada dentro de la preparación específica del deporte (Tabla 4).

Para finalizar, las correlaciones entre las pruebas de fuerza entre sí (dentro del mismo año y entre años) fueron, en su gran mayoría, positivas y, extremadamente altas y significativas ( $r > 0,900$ ,  $p < 0,01$ ), lo que indica una alta consistencia y redundancia en las mediciones de fuerza máxima realizadas. De ahí que, las asociaciones con el rendimiento tienden a ser similares entre los diferentes ejercicios. Sin embargo, al contrastar estos resultados con los promedios de puntaje, se observó que las correlaciones más relevantes, por su magnitud y significancia, fueron aquellas de tipo negativo, lo que refuerza la idea de que la fuerza máxima general del tren superior, evaluada mediante el plan de entrenamiento, no guarda una relación directa ni positiva con el rendimiento en tiro con arco (Tabla 4).

Cabe considerar, que se destacó la correlación casi perfecta y altamente significativa entre los promedios de puntaje de 2021 y 2024 ( $r = 0,958$ ,  $p < 0,01$ ), lo que indicó una consistencia excepcional en el rendimiento de los arqueros a lo largo de esos años (trienios), quienes registraron altos puntajes en 2021 mantuvieron un nivel sobresaliente en 2024. Al mismo

tiempo, se encontraron correlaciones fuertes y significativas entre los años 2024 y 2025 ( $r = 0,872$ ,  $p < 0,01$ ), así como entre 2024 y 2026 ( $r = 0,869$ ,  $p < 0,01$ ). Asimismo, la asociación entre 2025 y 2026 resultó ser positiva y alta, de magnitud considerable ( $r = 0,695$ ,  $p < 0,05$ ), lo que indicó una continuidad en el nivel competitivo a corto plazo.

Por otro lado, la relación entre 2022 y 2026 alcanzó un coeficiente de correlación de 0,927 ( $p < 0,01$ ), positivo y alto; casi perfecto, lo que evidenció una sorprendente estabilidad interanual, pese a la distancia temporal de cuatro años, y sugiere que el rendimiento en 2022 podría ser un marcador de referencia para el éxito competitivo a largo plazo, pasando de una correlación de una correlación positiva y baja en el 2023, y finalizando con un resultado casi perfecto para el 2026 (Tabla 4).

En contraste, algunas correlaciones no alcanzaron significancia estadística, como las observadas entre 2021 y 2022 ( $r = 0,423$ ,  $p > 0,05$ ), 2021 y 2023 ( $r = 0,387$ ,  $p > 0,05$ ), y 2022 y 2023 ( $r = 0,331$ ,  $p > 0,05$ ), con resultados positivos, bajos y moderados, lo que podría interpretarse como una mayor variabilidad en el rendimiento durante los primeros años del período evaluado. No obstante, a partir de 2023, las correlaciones comenzaron a incrementarse progresivamente, alcanzando valores significativos en 2024, lo que sugiere una consolidación del rendimiento y una mayor predictibilidad del desempeño conforme con el avance del ciclo competitivo (Tabla 4).

En conclusión, los resultados de la Tabla 4 indicaron que el rendimiento en tiro con arco, medido a través de los puntajes promedio anuales, mostró una alta consistencia interna a lo largo de los años evaluados, con correlaciones que variaron desde bajas ( $r \approx 0,33$ ) hasta muy fuertes ( $r > 0,90$ ), y con un claro incremento en la magnitud de las asociaciones a partir del año 2023.

**Tabla 5.** Matriz de correlación de puntajes competitivos (2021–2026).

|                  |      | CORRELACIÓN         |        |       |       |       |      |
|------------------|------|---------------------|--------|-------|-------|-------|------|
|                  |      | Promedio de Puntaje |        |       |       |       |      |
| Promedio puntaje |      | 2021                | 2022   | 2023  | 2024  | 2025  | 2026 |
|                  | 2021 | --                  |        |       |       |       |      |
|                  | 2022 | 0,423               | --     |       |       |       |      |
|                  | 2023 | 0,387               | 0,331  | --    |       |       |      |
|                  | 2024 | ,958**              | 0,447  | 0,551 | --    |       |      |
|                  | 2025 | 0,536               | 0,695  | 0,667 | 0,872 | --    |      |
|                  | 2026 | 0,678               | ,927** | 0,652 | 0,869 | 0,695 | --   |

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 5 se evidencia una asociación predominantemente positiva entre los promedios de puntaje anuales obtenidos por los doce arqueros élite, reflejando una marcada consistencia longitudinal en el rendimiento competitivo a lo largo del período evaluado. Destaca una correlación positiva casi perfecta y altamente significativa entre las temporadas 2021 y 2024 ( $r = 0.958$ ,  $p < 0.01$ ), así como entre 2022 y 2026 ( $r = 0.927$ ,  $p < 0.01$ ), lo que demuestra que los atletas con niveles sobresalientes en los primeros años del ciclo consolidaron y mantuvieron puntuaciones elevadas en los años posteriores. Asimismo, se registraron correlaciones directas, fuertes y estadísticamente significativas entre los años 2024 y 2025 ( $r = 0.872$ ,  $p < 0.01$ ), 2024 y 2026 ( $r = 0.869$ ,  $p < 0.01$ ) y entre 2025 y 2026 ( $r = 0.695$ ,  $p < 0.05$ ), confirmando una elevada continuidad competitiva a corto y mediano plazo.

En contraste, durante las primeras temporadas se observaron coeficientes positivos de magnitud moderada y no significativos (2021 vs. 2022 con  $r = 0.423$ ; 2021 vs. 2023 con  $r = 0.387$ ; y 2022 vs. 2023 con  $r = 0.331$ ), lo que indica una mayor variabilidad en el desempeño durante la fase inicial de adaptación que progresivamente se estabilizó a partir de 2023. Este comportamiento concuerda plenamente con los postulados de Bompa y Buzzichelli (2019) respecto a la especificidad del entrenamiento en disciplinas de precisión. Estos autores sostienen que la fuerza máxima constituye una capacidad de soporte que debe

transferirse a la potencia o resistencia específica de la disciplina. En el tiro con arco, la ganancia de fuerza actúa bajo un "umbral funcional habilitador": un nivel básico de fuerza es indispensable para abrir y anclar el arco sin fatiga prematura, pero sobrepasar dicho umbral mediante hipertrofia o tensión excesiva en ejercicios generales no añade precisión e incluso puede comprometer la propiocepción y la fluidez del gesto técnico.

Desde la perspectiva del control motor y la biomecánica, Lee y De Bondt (2014) señalan que el factor biomecánico determinante en el tiro con arco recurvo y compuesto no es la magnitud de fuerza absoluta aplicada, sino la capacidad del deportista para mantener la estabilidad del plano de tracción y la alineación de la cintura escapular durante la fase de expansión. Si un incremento en la fuerza máxima no se acompaña de una refinada estabilidad del hombro del arco (*bow arm*) y una relajación selectiva de los flexores del antebrazo, se pueden inducir microoscilaciones o variaciones en la velocidad de salida de la flecha, lo cual explica por qué los arqueros con mayores niveles de fuerza absoluta en ejercicios analíticos no obtuvieron automáticamente mejores puntuaciones en diana (Ertan et al., 2003).

Asimismo, estos resultados coinciden con la teoría de la correspondencia dinámica de Verkhoshansky y Siff (2009). Los ejercicios evaluados en gimnasio (Remo Inclinado, Remo Parado, Jalón de Espalda y Tríceps) involucran

patrones de contracción concéntrica e isotónica, mientras que el tiro con arco demanda predominantemente un trabajo isométrico estabilizador durante el anclaje y una contracción excéntrica-cuasi-isométrica en la fase de clic (*clicker release*). Por tanto, evaluar y prescribir cargas basadas exclusivamente en el 1RM tradicional presenta limitaciones para predecir el comportamiento dinámico del sistema arquero-arco bajo estrés competitivo (Spratford y Campbell, 2017).

Este comportamiento concuerda con los fundamentos de la periodización de Bompa y Buzzichelli (2019) quienes sostienen que en deportes donde predomina la precisión y la habilidad cerrada, la fuerza máxima general no representa un fin en sí misma, sino una capacidad de soporte que debe subordinarse rigurosamente a las demandas coordinativas de la disciplina. De acuerdo con estos autores, la fuerza máxima cumple una función profiláctica y de base funcional; sin embargo, buscar incrementos desproporcionados en ejercicios analíticos de gimnasio puede generar interferencias neuromusculares y rigidez postural, comprometiendo la economía del movimiento requerida en gestos de alta repetibilidad.

Al contrastar estos resultados con investigaciones específicas en tiro con arco, se confirma que el nivel de acierto no depende de la fuerza absoluta, sino de la estabilidad neuromuscular. Estudios como los de Spratford y Campbell (2017) y Kim y Lee (2022) demostraron que factores como el control del temblor postural, el tiempo de reacción ante el *clicker* y la estabilidad de la cintura escapular son predictores mucho más determinantes del puntaje que la fuerza muscular aislada. Asimismo, Soylu et al. (2021) observaron que, si bien una fuerza adecuada retrasa la fatiga, no incrementa por sí sola la precisión una vez

alcanzada el umbral requerido para dominar el libraje del arco. Desde el punto de vista biomecánico, la ejecución técnica en el tiro con arco exige un equilibrio dinámico extremadamente fino entre la tracción de la musculatura posterior (dorsal ancho, romboides y trapecio) y la estabilización anterior del brazo del arco (Lee y De Bondt, 2014). Como señalaron Ertan et al. (2003) y Ertan (2009), la consistencia del disparo radica en la sincronización fina y la relajación selectiva de los músculos agonistas y antagonistas durante la fase de suelta. Ejercicios generales de gimnasio como el remo o el tríceps trabajan en rangos concéntricos e isotónicos, mientras que el tiro con arco demanda contracciones isométricas y excéntricas de estabilización postural fina, lo que limita la transferencia directa de la fuerza bruta al gesto técnico (Verkhoshansky y Siff, 2009).

El hallazgo de correlaciones de Pearson predominantemente bajas y coeficientes negativos moderados a altos en temporadas como 2022 ( $r = -0.413$  a  $-0.525$ ) y 2025 ( $r = -0.526$  a  $-0.735$ ) se explica precisamente por la naturaleza del umbral funcional. Aquellos arqueros con mayor desarrollo de fuerza máxima no necesariamente fueron los más precisos, ya que la masa muscular excesiva o el exceso de tono muscular pueden deteriorar la sensibilidad propioceptiva y la fluidez del disparo. En contraste, deportistas con ganancias de fuerza moderadas mantuvieron una mayor estabilidad técnica y obtuvieron mejores promedios, confirmando que la fuerza actúa como un umbral facilitador y no como un determinante lineal. Estos resultados ofrecen directrices aplicadas fundamentales para los entrenadores y preparadores físicos de tiro con arco. Sugieren que la planificación del entrenamiento no debe priorizar la maximización indiscriminada del 1RM en el gimnasio, sino garantizar un nivel de

fuerza suficiente para sostener el libraje del arco con bajo esfuerzo relativo (manteniendo una reserva funcional). A partir de dicho nivel, el volumen de entrenamiento debe orientarse hacia ejercicios de fuerza-resistencia específica isométrica, control escapular, estabilidad del *core* y, primordialmente, al volumen técnico en línea de tiro bajo condiciones reales de competencia.

Entre las principales limitaciones del estudio se encuentra el tamaño reducido de la muestra ( $N = 12$ ), propio de poblaciones de deportistas élite, y la heterogeneidad entre modalidades (arco recurvo y compuesto), las cuales presentan diferencias en la mecánica de disparo y el uso del disparador mecánico. Asimismo, el diseño longitudinal retrospectivo no permitió aislar factores concurrentes como la carga psicológica, las condiciones meteorológicas en competencia o los ajustes de equipamiento. Se recomienda que futuras investigaciones empleen diseños experimentales prospectivos que integren electromiografía de superficie, cinemática tridimensional y seguimiento de variables fisiológicas y psicológicas integradas.

### **Conclusiones**

El programa de entrenamiento de fuerza aplicado produjo incrementos significativos y generalizados en la fuerza máxima del tren superior (+83.95% de mejora promedio entre Pretest y Posttest), siendo el Jalón de Espalda el ejercicio con mayor ganancia porcentual (+86.29%). El promedio competitivo de la cohorte analizada mostró una tendencia ascendente sostenida a lo largo del período 2021–2026, pasando de 604.66 puntos en el año base a un promedio de 637.13 puntos en 2025. Ausencia de relación lineal directa e incidencia multifactorial: El análisis inferencial de correlación de Pearson demostró que el aumento de la fuerza máxima del tren superior no mantiene una relación lineal directa ni

positiva con el incremento de los puntajes en competencia oficial. La presencia de coeficientes negativos en temporadas específicas confirma que el entrenamiento de fuerza actúa como una capacidad habilitadora de base, pero no como un factor determinante del resultado competitivo por sí solo, requiriendo su integración prioritaria con la preparación técnica, biomecánica específica y psicológica.

### **Agradecimientos**

El autor expresa su sincero agradecimiento a la Federación Deportiva del Guayas y a la Federación Ecuatoriana de Tiro con Arco por facilitar el acceso a las bases maestras históricas, actas oficiales de competencia y registros de preparación física esenciales para el desarrollo de esta investigación. Asimismo, se extiende un especial reconocimiento al cuerpo técnico, entrenadores y a los doce arqueros de alto rendimiento por su disciplina, compromiso y constancia durante las evaluaciones longitudinales del proceso de entrenamiento. La presente investigación fue autofinanciada en su totalidad por el autor y no contó con subvenciones ni fondos específicos asignados por organismos públicos o privados.

### **Referencias Bibliográficas**

- Ahmad, R., Omar, N., Taha, Z., Ali, A., & Hassan, M. H. (2014). Biomechanical analysis of archery: A systematic review. *Procedia Engineering*, 68, 495–500. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2013.12.214>
- Bompa, T. O., & Buzzichelli, C. (2019). *Periodization: Theory and methodology of training* (6.<sup>a</sup> ed.). Human Kinetics.
- Callaway, A. (2020). Elite archery: Technical, physical and psychological considerations for performance enhancement. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 15(4), 578–590. <https://doi.org/10.1177/1747954120932085>
- Ertan, H. (2009). Muscular activation patterns of the bow arm in recurve archery. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(3), 357–

360.  
<https://doi.org/10.1016/j.jsams.2008.01.003>
- Ertan, H., Kentel, B., Tümer, S. T., & Korkusuz, F. (2003). Activation patterns in forearm muscles during archery shooting. *Human Movement Science*, 22(1), 37–45.  
[https://doi.org/10.1016/S0167-9457\(02\)00176-8](https://doi.org/10.1016/S0167-9457(02)00176-8)
- Hrysomallis, C. (2021). Postural stability and athletic performance: A comprehensive review across precision sports. *Sports Medicine*, 51(3), 421–435.  
<https://doi.org/10.1007/s40279-020-01390-3>
- Kim, J., & Lee, S. (2022). Influence of upper-extremity strength and muscle fatigue on clicker reaction and aiming stability in elite recurve archers. *Journal of Sports Science and Medicine*, 21(2), 245–253.  
<https://doi.org/10.52082/jssm.2022.245>
- Lee, K. H., & De Bondt, S. (2014). Biomechanics of recurve archery: A review. *Sports Biomechanics*, 13(4), 347–369.  
<https://doi.org/10.1080/14763141.2014.960866>
- Musa, R. M., Abdullah, M. R., Juahir, H., Maliki, A. B. H. M., & Mat-Rasid, S. M. (2020). Performance profiling and talent identification in young archers using multivariate analysis. *Journal of Physical Education and Sport*, 20(1), 112–119.  
<https://doi.org/10.7752/jpes.2020.01015>
- Sarvestan, J., Svoboda, Z., & Linduška, P. (2021). Kinematic and electromyographic evaluation of the shoulder girdle during the shooting phases in high-level archers. *Applied Bionics and Biomechanics*, 2021, 1–10.  
<https://doi.org/10.1155/2021/8874135>
- Simsek, D., Cerrah, A. O., & Ertan, H. (2019). Muscular coordination and fatigue resistance in elite archers during high-volume shooting protocols. *Journal of Sports Sciences*, 37(12), 1380–1388.  
<https://doi.org/10.1080/02640414.2018.1558509>
- Soylu, Y., Ertan, H., & Korkusuz, F. (2021). Archery performance is affected by upper body muscular fatigue and postural tremor: A randomized cross-over trial. *European Journal of Sport Science*, 21(8), 1123–1131.  
<https://doi.org/10.1080/17461391.2020.1811776>
- Spratford, W., & Campbell, R. (2017). Postural stability, clicker reaction time and bow draw force predict performance in elite recurve archery. *European Journal of Sport Science*, 17(5), 539–545.  
<https://doi.org/10.1080/17461391.2017.1285963>
- Taha, Z., Musa, R. M., Abdullah, M. R., Maliki, A. B. H. M., Kosni, N. A., & Mat-Rasid, S. M. (2022). Identifying high-potential archers through physical, physiological, and technical assessment metrics. *Sensors*, 22(7), 2541.  
<https://doi.org/10.3390/s22072541>
- Verkhoshansky, Y. V., & Siff, M. C. (2009). *Supertraining* (6.<sup>a</sup> ed.). Ultimate Athlete Concepts.
- Vidal-Almela, S., González-Millán, I., & García-Ramos, A. (2023). Velocity-based vs. percentage-based strength training in precision athletes: Neuromuscular and functional adaptations. *Frontiers in Physiology*, 14, 1120894.  
<https://doi.org/10.3389/fphys.2023.1120894>
- Zatsiorsky, V. M., & Kraemer, W. J. (2006). *Science and practice of strength training* (2.<sup>a</sup> ed.). Human Kinetics.
- Zhang, L., Zhou, J., & Li, Y. (2024). Biomechanical determinants of arrow velocity and consistency in Olympic recurve archery: A longitudinal study. *Sports Engineering*, 27(1), 14.  
<https://doi.org/10.1007/s12283-024-00452-1>



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 4.0 Internacional. Copyright © Yoaner Caballero Valdivia y Nelly Priscila Sangucho Hidalgo.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Declaraciones éticas y editoriales del artículo</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Contribución de los autores (Taxonomía CRediT)</b><br>Yoaner Caballero Valdivia: conceptualización de la investigación, diseño metodológico, desarrollo del proceso investigativo, análisis formal de los datos, redacción del borrador original del manuscrito, revisión crítica del contenido científico y supervisión general del estudio.<br>Nelly Priscila Sangucho Hidalgo: curación y organización de los datos, participación en la recolección de información, validación de los resultados obtenidos y elaboración de representaciones gráficas y visualización de los datos.             |
| <b>Declaración de conflicto de intereses</b><br>Los autores declaran que no existe conflicto de intereses en relación con la investigación presentada, la autoría del manuscrito ni la publicación del presente artículo.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Declaración de financiamiento</b><br>La presente investigación no recibió financiamiento específico de agencias públicas, comerciales o de organizaciones sin fines de lucro. En caso de existir financiamiento institucional o externo, este deberá ser declarado explícitamente por los autores en esta sección.                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Declaración del editor</b><br>El editor responsable certifica que el proceso editorial del presente artículo se desarrolló conforme a los principios de integridad científica, transparencia y buenas prácticas editoriales. El manuscrito fue sometido a un proceso de evaluación mediante revisión por pares doble ciego, garantizando la confidencialidad de la identidad de los autores y revisores durante todo el proceso de dictamen académico. Asimismo, el editor declara que el artículo cumple con los criterios científicos, metodológicos y éticos establecidos por la revista.        |
| <b>Declaración de los revisores</b><br>Los revisores externos que participaron en la evaluación del presente manuscrito declaran haber realizado el proceso de revisión de manera objetiva, independiente y confidencial. Asimismo, manifiestan que no mantienen conflictos de interés con los autores ni con la investigación evaluada, y que sus observaciones y recomendaciones se fundamentan exclusivamente en criterios científicos, metodológicos y académicos.                                                                                                                                 |
| <b>Declaración ética de la investigación</b><br>Los autores declaran que la investigación se desarrolló respetando los principios éticos de la investigación científica, garantizando la confidencialidad de los datos y el respeto a los participantes del estudio. En los casos en que la investigación involucre seres humanos, los procedimientos deben ajustarse a los principios éticos establecidos en la Declaración de Helsinki y a las normativas institucionales correspondientes.                                                                                                          |
| <b>Declaración sobre el uso de inteligencia artificial</b><br>Los autores declaran que el uso de herramientas de inteligencia artificial, en caso de haberse utilizado durante el proceso de investigación o redacción del manuscrito, se realizó únicamente como apoyo técnico para mejorar la claridad del lenguaje o el análisis de información, manteniendo siempre la responsabilidad intelectual sobre el contenido del artículo. Las herramientas de inteligencia artificial no fueron utilizadas como autoras del manuscrito ni sustituyen la responsabilidad académica de los investigadores. |
| <b>Disponibilidad de datos</b><br>Los datos que respaldan los resultados de esta investigación estarán disponibles previa solicitud razonable al autor de correspondencia, respetando las normas éticas y de confidencialidad establecidas por la investigación.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

