

## PERFIL FUERZA-VELOCIDAD EN JUGADORES DE FUTBOL PROFESIONAL ARGENTINO

### STRENGTH-SPEED PROFILE ARGENTINE PROFESSIONAL FOOTBALL PLAYERS

**Autor:** Mg. Ricardo PALLADINO<sup>1</sup>. Universidad Nacional de La Plata. Argentina  
Correo electrónico: ricardopalladino@gmail.com

**Recibido:** 24.04.2024

**Aceptado:** 24.11.2024

#### RESUMEN

El perfil fuerza-velocidad es una herramienta de evaluación precisa, fiable, simple, rápida y de bajo costo para la determinación de la relación fuerza-velocidad en miembros inferiores mediante el salto vertical, a partir del cual es posible establecer el porcentaje de desequilibrio fuerza-velocidad o déficit con respecto a un perfil óptimo y diseñar un programa de entrenamiento individualizado en base a ello. Objetivo: Identificar las características de los perfiles de fuerza - velocidad en los jugadores masculinos de futbol profesional argentino de primera nacional. Por otra parte, se intenta aportar un marco conceptual y aplicativo actualizado sobre la utilización del perfil F-V para que brinde un cierto contexto a las mediciones efectuadas y aporte herramientas para poder realizar un análisis adecuado. Metodología: Diez jugadores de futbol profesional (26,9±3 años), realizaron un test de squat jump (SJ) en plataforma de salto (Axon Jump), con cinco cargas progresivas (0, 25, 50, 75 y 100%) de la masa corporal, para posteriormente, analizar las variables F0, V0, Pmáx, Sfv, Sfvopt, FVimb y determinar los perfiles optimos de F-V obtenidos a partir de dicho protocolo. Resultados: Los resultados obtenidos muestran que la potencia máxima absoluta fue de 1921,1±215,7 W, con una potencia máxima relativa de 24,7±2,25 W/kg, una F0 de 2611,6±273,4 N en términos absolutos, una F0 de 33,5±1,28 N/kg en términos relativos y una V0 de 2,94±0,24 m/s; con promedio en altura de salto SJ, de 39,5±0,31 cm; con un FVimb de 88,8±7,36 %. Se presentaron correlaciones significativas entre la potencia máxima absoluta y con la altura máxima del salto con 0 kg ( $r=.657$ ;  $p=.003$ ). y la potencia máxima relativa con la altura máxima del salto con 0 kg ( $r=.893$ ;  $p=.001$ ). Por otra parte, se encontró una correlación significativa entre la potencia máxima del salto con carga 0 con la potencia máxima absoluta ( $r=.987$ ;  $p=.001$ ), además se encontró una relación negativa entre el FVimb con la Pmax relativa ( $r= -.674$ ;  $p=.003$ ). El perfil F-V presenta un coeficiente de correlación lineal ( $r_2 >0,95$ ). Conclusión: Se concluye que existen diferentes tipos de perfiles en el grupo de futbolistas evaluados: El 50 % de la muestra presenta desbalances con bajo déficit de fuerza, y el otro 50 % presenta un nivel óptimo de menos del ( $\pm 10\%$ ), por lo que se considera que poseen un perfil balanceado.

**Palabras claves:** perfil fuerza-velocidad, evaluación, squat jump, análisis de rendimiento, futbol

<sup>1</sup> Profesor Universitario en Educación Física (Universidad Nacional de La Plata, Argentina)  
Licenciado en Alto Rendimiento Deportivo (Universidad Nacional de Lomas de Zamora, Argentina)  
Maestría en Educación Física y Deporte (Universidad Nacional de Avellaneda, Argentina)  
Especialista en Programación y Evaluación del Ejercicio (Universidad Nacional de La Plata, Argentina)  
Preparador Físico de Futbol Profesional (Argentina, Guatemala y El Salvador)

## ABSTRACT

The strength-velocity profile is an accurate, reliable, simple, quick and low-cost evaluation tool for the determination of the strength-velocity relationship in lower limbs by means of the vertical jump, from which it is possible to establish the percentage of strength-velocity imbalance or deficit with respect to an optimal profile and design an individualized training program based on it. Objective: To identify the characteristics of the strength-speed profiles in Argentinean first national professional male soccer players. On the other hand, it is intended to provide an updated conceptual and applicative framework on the use of the F-V profile in order to provide a certain context to the measurements taken and to provide tools to conduct an adequate analysis. Methodology: Ten professional soccer players ( $26.9 \pm 3$  years old), performed a squat jump (SJ) test on a jump platform (Axon Jump), with five progressive loads (0, 25, 50, 75 and 100%) of the body mass, in order to subsequently analyze the variables  $F_0$ ,  $V_0$ ,  $P_{max}$ ,  $S_{fv}$ ,  $S_{fvopt}$ ,  $FV_{imb}$  and determine the optimal F-V profiles obtained from this protocol. Results: The results obtained show that the absolute maximum power was  $1921.1 \pm 215.7$  W, with a relative maximum power of  $24.7 \pm 2.25$  W/kg, an  $F_0$  of  $2611.6 \pm 273.4$  N in absolute terms, an  $F_0$  of  $33.5 \pm 1.28$  N/kg in relative terms and a  $V_0$  of  $2.94 \pm 0.24$  m/s; with an average jump height SJ of  $39.5 \pm 0.31$  cm; with an  $FV_{imb}$  of  $88.8 \pm 7.36$  %. Significant correlations were found between absolute maximum power and maximum jump height at 0 kg ( $r=.657$ ;  $p=.003$ ) and relative maximum power with maximum jump height at 0 kg ( $r=.893$ ;  $p=.001$ ). On the other hand, a significant correlation was found between the maximum power of the jump with 0 load with the absolute maximum power ( $r=.987$ ;  $p=.001$ ), in addition, a negative relationship was found between the  $FV_{imb}$  with the relative  $P_{max}$  ( $r= -.674$ ;  $p=.003$ ). The F-V profile presents a linear correlation coefficient ( $r^2 > 0.95$ ). Conclusion: It is concluded that there are diverse types of profiles in the group of soccer players evaluated: 50% of the sample presents imbalances with low strength deficit, and the other 50% presents an optimal level of less than ( $\pm 10\%$ ), so it is considered that they have a balanced profile.

**Key words:** strength-velocity profile, evaluation, squat jump, performance analysis, soccer.

## INTRODUCCION

La medición de la función del sistema neuromuscular es un aspecto relevante en el deporte y en otras áreas relacionadas con el movimiento humano. Existe una gran variedad de procedimientos aplicados a la medición de la función neuromuscular cuyos propósitos son la identificación de factores que limitan el rendimiento, la exploración de factores de riesgo intrínsecos de lesiones deportivas, la monitorización de los efectos de los programas de entrenamiento y rehabilitación y la identificación de talentos deportivos (Bozic, Pazin, Berjan, & Jaric, 2012).

Investigaciones recientes han aportado nuevos conocimientos sobre la evaluación y la interpretación de los perfiles individuales de fuerza-velocidad (F-v) (Morin & Samozino, 2016; Samozino, Morin, Hintzy & Belli, 2008; Samozino, Rejc, Di Pampero, Belli & Morin, 2012).

Según Samozino et al. (2012) plantean que existe un perfil óptimo individual que maximiza el rendimiento, mientras que los desbalances para una determinada potencia máxima lo pueden afectar negativamente. Un atleta puede caracterizarse por un perfil de "fuerza" o por un perfil de "velocidad". Es decir, puede suceder que un individuo presente un balance desfavorable del perfil F-v a favor de la fuerza, mientras que por el contrario otro atleta puede presentar un perfil F-v desequilibrado hacia la velocidad.

El desequilibrio de FV ( $FV_{imb}$ ) se calcula a partir de la diferencia entre los perfiles de F-v teóricamente óptimos y reales del sujeto (Samozino, Edouard, Sangnier, Brughelli, Giménez, & Morin, 2014).

Estos enfoques actuales de perfiles de fuerza-velocidad-potencia tienen la virtud de brindarle a los profesionales del deporte métodos simples, baratos y precisos para una evaluación, monitoreo y entrenamiento más individualizado de las capacidades (Morin & Samozino, 2016; Samozino et al., 2008).

Según Jiménez-Reyes, Samozino, Brughelli & Morin (2017) el rendimiento balístico está determinado por la potencia máxima de salida de la extremidad inferior (Pmax) y por su perfil F-v, especialmente el FVimb, por lo cual proponen que un entrenamiento optimizado debe apuntar a aumentar la Pmax y/o reducir FVimb.

La capacidad de evaluar con frecuencia estos parámetros, permite analizar los cambios en la potencia mecánica máxima de salida y FVimb a través del tiempo, permitiendo así programar entrenamientos específicos e individualizados (Morin & Samozino, 2016).

### **Contextualización y factores de rendimiento en el fútbol.**

El fútbol se considera un deporte acíclico de alta intensidad intermitente, por lo que presenta variaciones significativas en la intensidad, duración, frecuencia, cinética y cinemática de sus acciones musculares, con implicancias directas sobre los sistemas cardiovasculares, neuromusculares y metabólico (Bangsbo, 1994) (Reilly, 1994) (Casas, 2008). En las últimas tres décadas el interés sobre el análisis de partidos de fútbol fue creciendo notoriamente con el objetivo fundamental de analizar las demandas físicas que exige competición (Domenech Monforte, 2015).

La capacidad neuromuscular de generar fuerza mediante la musculatura de las extremidades inferiores es un factor determinante en el juego (Wisløff, Helgerud, & Hoff, 1998). Permite realizar cambios bruscos de dirección, desarrollar altas velocidades y obtener elevadas alturas de salto durante diferentes acciones. Además, Dane, Can, & Karsan (2005) comentan la importancia que tiene esta cualidad de cara a la prevención de lesiones, demostrando que los sujetos con mayor fuerza en la musculatura de espalda y piernas reducen sus lesiones durante la temporada.

Los movimientos explosivos pueden llegar a ser de extrema importancia para conseguir resultados determinantes en muchos deportes. Movimientos balísticos como el salto y el sprint o la aceleración son muy comunes y decisivos en el fútbol (Bangsbo et al., 2006; Faude et al., 2012)

El rendimiento en competición, en la práctica totalidad de las modalidades deportivas, depende, en esencia, de la fuerza muscular y de la capacidad de expresar dicha fuerza por unidad de tiempo, y evidentemente, el fútbol no es una excepción (López-Segovia, Marques, van den Tillaar, & González-Badillo, 2011). Deportes de equipo como el fútbol, el baloncesto, el rugby o el balonmano se caracterizan por la repetida ejecución de gestos "explosivos" como el chut, los saltos, los sprints, y los cambios de ritmo y dirección. De estas acciones depende en gran medida el resultado en competición y, por tanto, este tipo de gestos específicos son considerados como elementos condicionantes del éxito en el juego (López-Segovia et al., 2011; Ronnestad, Kvamme, Sunde, & Raastad, 2008; Slimani, Chamari, Miarka, Del Vecchio, & Chéour, 2016). Parece existir cierta relación entre la capacidad de aceleración y la marca o rendimiento obtenido en ejercicios como el Counter Movement Jump y el squat jump (tiempo de contacto o de aplicación de fuerza >0.25s). Tanto la fase de aceleración en el inicio de un sprint como la altura alcanzada en los saltos mencionados dependen de la fuerza contráctil producida por unidad de tiempo (López-Segovia et al., 2011; Slimani et al., 2016).

El futbolista está comprometido en muchas acciones exigentes de alta intensidad, por lo que será demandado físicamente en partidos y entrenamientos, la evaluación fisiológica permite tener un mayor control del esfuerzo que

el futbolista debe realizar al competir, para así poderlo capacitar de la mejor manera a tolerar las cargas físicas y fisiológicas a las que se vea sometido (Arnasson et al. 2004; Vasconcelos, 2005).

### **El salto vertical como método de valoración.**

La capacidad de producir una alta potencia mecánica en gestos como saltos, sprint o cambios de dirección, es determinante del rendimiento físico en deportes como el atletismo, rugby, fútbol, voleibol y baloncesto (Cronin & Sleivert, 2005).

Por este motivo, los saltos han sido habitualmente estudiados con el objetivo de entender mejor los límites mecánicos de la función del músculo esquelético en vivo, ya sea en animales o humanos (Samozino et al., 2012).

Los saltos verticales se han empleado muy a menudo en literatura científica como métodos de evaluación indirecta de la fuerza explosiva de los miembros inferiores, tanto en jugadores de élite como en deportistas amateur (Ekblom B, 1994). En este sentido, también han sido utilizados como métodos de monitorización de los niveles de rendimiento deportivo (Quagliarella, Sasanelli, Belgiovine, Moretti, y Moretti, 2010). De hecho, la capacidad de salto vertical se ha relacionado con la fuerza máxima, el índice de producción de fuerza y la capacidad pliométrica (Rimmer y Sleivert, 2000). Además, la simplicidad del salto, junto con su corta duración, hace que sea un test óptimo para analizar los movimientos explosivos (Samozino, 2017).

El análisis biomecánico del salto vertical determina que el criterio de eficacia del salto es alcanzar la máxima altura del centro de gravedad ( $H_{m\acute{a}x}$ ). Esta  $H_{m\acute{a}x}$  está influenciada por una serie de factores biomecánicos y fisiológicos que, en última instancia, está determinada por la velocidad vertical del centro de gravedad en el despegue. Esta velocidad depende de la masa del sujeto y del impulso lineal que es el resultado de la aceleración ascendente de los diferentes segmentos corporales implicados en la acción de salto (Oddsson, 2008). Según Samozino, Morin, Hintzy, & Belli (2010), la velocidad de despegue, y por lo tanto el rendimiento de salto, depende de la producción de fuerza de las extremidades inferiores durante el empuje, dependiendo ella mismo de las características mecánicas del generador de fuerza.

Los test de saltos verticales se han utilizado para evaluar la relación entre fuerza, velocidad y potencia, aplicando cargas externas de forma progresiva, determinadas de forma absoluta o con relación al peso corporal (Naclerio, Rodríguez, & Colado, 2008). De entre los saltos, se destaca, por un lado, el salto con contra-movimiento caracterizado por ser un movimiento compuesto por una fase de descenso y otra de ascenso, realizándose esta última de forma inmediata e ininterrumpida, aprovechando la energía elástica del CEA. Y por el otro, la sentadilla con salto, cuyo movimiento se inicia desde una posición mantenida de media sentadilla, aproximadamente durante 2-3 segundos (disipa la energía elástica), ejecutándose a continuación el despegue.

### **Perfil óptimo de fuerza- velocidad**

Sabiendo que la fuerza aplicada en un determinado tiempo y a una determinada velocidad es muy importante en el fútbol, y que las acciones físicas más frecuentes que suceden antes de un gol, tanto para el asistente como para el anotador son: el sprint, el salto y el cambio de dirección; la introducción del perfil fuerza-velocidad dentro de nuestro proceso de entrenamiento nos ayudará a optimizar esas acciones tan importantes en el fútbol, y por lo tanto, esto conllevará mejoras en el rendimiento individual y colectivo (Faude O, Koch T, Meyer T., 2012)

En este sentido, una correcta evaluación del perfil fuerza- velocidad (en adelante perfil F-V) nos va a proporcionar una información muy valiosa, que nos ayudará a conocer mejor al deportista, adaptarnos a sus necesidades y prescribir un entrenamiento individualizado a sus características (Samozino, 2017). Por tanto, esta metodología nos va a permitir, por un lado, determinar los niveles individuales de potencia, fuerza y velocidad, y por el otro lado, identificar cual es la orientación del perfil de nuestro deportista, es decir, si tiende más a un perfil de fuerza o de velocidad. Además, también podremos identificar si existe un desequilibrio entre las variables fuerza-velocidad y analizar cuál sería el equilibrio óptimo (Samozino, 2017).

El perfil óptimo de fuerza- velocidad, es una metodología validada por Samozino, Morin, Hintzy y Belli (2008), que partiendo de un análisis del modelo mecánico muscular descrito por Hill (1983), y atendiendo a la relación existente entre la fuerza y la velocidad, pretende identificar de forma simple y precisa, las capacidades mecánicas del sistema neuromuscular de los miembros inferiores. Esta relación ha manifestado ser inversa e hiperbólica en las acciones de los músculos aislados (Hill, 1938; Thorstensson, et al., 1976 en Samozino, 2017), mientras que en acciones multiarticulares revela ser lineal (Bosco et al., 1995; Rahmani et al., 2001; Vandewalle et al., 1987; Yamauchi y Ishii, 2007 en Samozino, et al., 2010).

Inicialmente, esta metodología se propuso para los saltos verticales, más concretamente para el SJ (Samozino, et al., 2008), y posteriormente para el CMJ (Jiménez- Reyes, et al., 2014, Jiménez- Reyes, et al., 2016). Sin embargo, el incipiente reconocimiento y aceptación de este modelo entre la comunidad científica, en el contexto del análisis de la relación fuerza- velocidad en acciones balísticas de los miembros inferiores (Giroux, Rabita, Chollet y Guilhem, 2015), supuso que este modelo se validase rápidamente en otros contextos como los sprints (Samozino, et al., 2016) o la ejecución de otros ejercicios de fuerza, como el press de banca (Rahmani, Samozino, Morin y Morel, 2017).

Además, existe para cada individuo un perfil F-v óptimo que maximiza el rendimiento en el salto vertical y representa el equilibrio óptimo entre las cualidades de fuerza y velocidad para este movimiento (Samozino et al., 2012, 2014). La diferencia relativa entre los perfiles F-v real y óptimo para un individuo dado representa la magnitud y la dirección del equilibrio desfavorable entre las cualidades de fuerza y velocidad (es decir, el desequilibrio fuerza-velocidad, FVIMB en %), lo que hace posible la determinación individual de déficit de fuerza o de velocidad (Samozino et al., 2014; Jiménez-Reyes et al., 2017).

Para una  $P_{\max}$  dada, se ha demostrado que el rendimiento en salto vertical está correlacionado negativamente con FVimb, es decir que un equilibrio desfavorable entre las cualidades de fuerza y velocidad puede llevar hasta un 30% menos de rendimiento (Samozino et al., 2012).

Esto respalda la importancia de considerar esta característica individual además de  $P_{\max}$  al diseñar programas de entrenamiento para mejorar el rendimiento en saltos, sprint y cambios de dirección. En términos prácticos, se debería enfocar al aumento de  $P_{\max}$  y/o la disminución de FVIMB (Samozino et al., 2014; Morin & Samozino, 2016; Jiménez-Reyes et al., 2017).

Tabla 1. Definición e interpretación práctica de las variables principales del perfil fuerza-velocidad en el salto vertical (adaptado de Morin &amp; Samozino, 2016)

Variable del perfil	Definición y cálculo	Interpretación práctica
F0 (N/kg)	Producción de fuerza máxima teórica de los miembros inferiores: Intercepción en eje Y de la relación lineal F-V	Rendimiento máximo de fuerza concéntrica (por unidad de masa corporal) que los miembros inferiores del atleta pueden producir teóricamente durante el empuje balístico. Determinado a partir de todo el espectro F-V, proporciona más información integradora sobre la capacidad de fuerza que, por ejemplo, la carga máxima de 1 repetición-carga concéntrica
V0 (m/s)	Velocidad de extensión máxima teórica de los miembros inferiores. Intercepción en eje X de la relación lineal F-V	Velocidad de extensión máxima de los miembros inferiores del atleta durante el empuje balístico. Determinado a partir de todo el espectro F-V y muy difícil, si no imposible, de alcanzar y medir experimentalmente. También representa la capacidad de producir fuerza a velocidades de extensión muy altas
Pmáx (W/kg)	Máxima potencia mecánica externa, calculada como $Pmáx = (F0 \times V0) / 4$ o como el vértice de la relación polinomial de segundo grado P-V	Capacidad máxima de potencia del sistema neuromuscular de las extremidades inferiores del atleta (por unidad de masa corporal) en el movimiento de extensión concéntrico y balístico
Sfv	Pendiente de la relación F-V lineal, calculada como $Sfv = - F0 / V0$	Índice del equilibrio individual del atleta entre las capacidades de fuerza y velocidad. Cuanto más pronunciada es la pendiente, cuanto más negativo es su valor, más "orientado a la fuerza" el perfil F-V, y viceversa
Sfvopt	Para una determinada distancia de empuje, masa corporal y Pmáx, es el valor único de Sfv que maximiza la altura de salto	El perfil F-V óptimo representa el equilibrio óptimo, para un individuo dado, entre las capacidades de fuerza y velocidad. Para una potencia máxima dada Pmáx, este perfil se asociará, en igualdad de condiciones, con el mayor rendimiento de empuje balístico posible para este individuo. Los programas de entrenamiento deben ser diseñados para incrementar Pmáx y orientar Sfv hacia Sfvopt
FVIMB (%)	Magnitud de la diferencia relativa entre Sfv y Sfvopt para un individuo dado. Calculado como $[(Sfv / Sfvopt) \times 100]$ y expresado en porcentaje	Magnitud de la diferencia entre los perfiles F-V reales y óptimos. Un valor de 100% significa $Sfv = Sfvopt$ , es decir, perfil F-V optimizado. Valores inferiores o superiores al 100% significan un desequilibrio con un déficit de fuerza o de velocidad, respectivamente. Cuanto mayor sea la diferencia con el valor óptimo del 100%, mayor será el desequilibrio*

\*Categorías de desequilibrio (umbrales): alto déficit de fuerza (<60%), bajo déficit de fuerza (60-90%), bien balanceado (>90-110), bajo déficit de velocidad (>110-140%), alto déficit de velocidad (>140%) (Jiménez-Reyes et al., 2017).

Samozino et al. (2012) justifican esta metodología aludiendo a la inclusión de dos conceptos teóricos, fuerza máxima teórica ( $F_0$ ) y velocidad máxima teórica ( $V_0$ ). A partir de ellos, dan explicación a este complejo modelo matemático, en el que terminan concluyendo finalmente que la potencia máxima se alcanza aplicando la fuerza y velocidad óptimas, que corresponden a la mitad de la velocidad máxima teórica y la mitad de la fuerza máxima teórica (Figura 1).

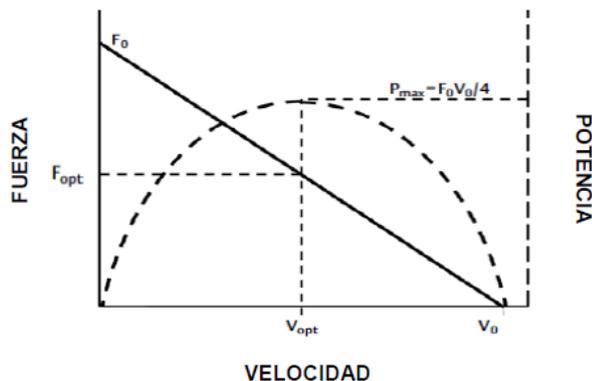


Figura 1. Relación lineal entre F-V (línea continua) y parabólica entre P-V (línea discontinua) en movimientos multiarticulares. La potencia máxima ( $P_{máx}$ ) se obtiene aplicando la velocidad ( $V_{opt}$ ) y fuerza óptima ( $F_{opt}$ ), que corresponde a la mitad de la  $F_0$  y  $V_0$  (Fuente: Jaric, 2015).

## OBJETIVO

Los objetivos de esta investigación son:

1. Identificar las características de los perfiles de fuerza – velocidad en los jugadores masculinos de futbol profesional argentino de la categoría, primera nacional.
2. Proporcionar valores de referencia de las variables mecánicas del perfil F-V, ( $F_0$  (N/kg),  $V_0$  (m/s),  $P_{max}$  (W/kg),  $P_{max}$  (W),  $p_{max}$ . Salto carga 0 kg, altura máxima del salto con 0 kg y F-Vimb en jugadores de futbol profesional.
3. Observar la asociación entre las variables mecánicas del perfil F-V ( $H_{po}$ ,  $P_{max}$  (W/kg),  $P_{max}$  (W),  $P_{max}$ . Salto carga 0 kg, altura máxima del salto con 0 kg y FVimb en jugadores de futbol profesional.

## MATERIAL Y METODO

### Diseño

La investigación que se llevó a cabo en nuestro estudio es de tipo no experimental, descriptiva y transversal, puesto que no hubo manipulación de las variables por parte del investigador, no se han estudiado relaciones causa/efecto y se analizaron los datos registrados en un momento dado (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014).

Este estudio se diseñó con el objetivo de obtener de un grupo de futbolistas profesionales, los siguientes datos: masa corporal (en kg), Altura (en mts) la distancia vertical de empuje Hpo (en m) y la altura de salto vertical con cinco (5) cargas progresivamente adicionadas (en m). Con el análisis estadístico posterior, se describieron las variables F0, V0, Pmáx, Sfv, Sfvopt y FVIMB obtenidas de este protocolo de cinco (5) cargas propuesta por Samozino (método Samozino).

Las evaluaciones de campo se realizaron en las Instalaciones Deportivas Fuerza Vital de la ciudad de Rio Cuarto (Argentina).

### Participantes

La muestra estuvo formada por diez jugadores profesionales de futbol masculino pertenecientes a la categoría Primera Nacional, cuya edad se encuentra comprendida entre los 22 y 33 años (Edad:  $26.9 \pm 3$  años, Masa corporal:  $78 \pm 7.58$  kg, Altura:  $1.78 \pm 0.06$  m), entre los cuales se encontraban, 2 defensores, 4 centrocampistas y 4 atacantes.

Todos los sujetos que iban a realizar la prueba experimental ejecutaron, durante las dos semanas anteriores, el correspondiente periodo de familiarización, que coincidía con el calentamiento que posteriormente se utilizó, y que más adelante se describe. Al momento de la instancia de valoración, los jugadores se encontraban en el periodo preparatorio, realizando 6 (seis) estímulos por semana de entrenamiento, más partidos de preparación o amistosos.

De la misma manera, también se verificó que todos ellos tuvieran una experiencia previa, entre tres y cinco años, en el trabajo de fuerza (manejo de cargas medias-altas), y que no llevaran entrenando la fuerza como complemento a la actividad deportiva.

### Instrumentos

Para la realización de la prueba se utilizó una plataforma de contacto, utilizando la AXON JUMP Modelo S, alfombra que acciona un cronómetro de alta resolución (1mseg) que se encuentra en el programa provisto, con la que se identificaba la altura de salto a partir del tiempo de vuelo. Además, los materiales utilizados una barra olímpica de 20 kg, previamente pesada, al igual que los discos de 2.5, 5 y 10 kg utilizados. Por otra parte, se utilizó una balanza digital de precisión para medir el peso, un tallímetro fijo con una precisión de 0,1 cm y una capacidad máxima de 200 cm. y una cinta métrica para determinar la distancia de empuje individual a partir de la longitud de los miembros inferiores, como lo describió Samozino et al. (2008, 2012, 2013). Los datos obtenidos sobre los perfiles se consiguieron a través de la hoja de cálculo excel (Jump Force-Velocity-Power profiling)<sup>2</sup> de Morin, J-B. (2017).

### Procedimiento

Los participantes fueron testados el mismo día, en horario de la mañana, se solicitó a los participantes no realizar actividades extenuantes 48 horas previas a las evaluaciones, y no modificar ningún aspecto de su vida diaria (sueño, alimentación, etc.) descansando adecuadamente durante el período de mediciones. En primer lugar, se recogieron las medidas necesarias, de acuerdo con la metodología utilizada por Samozino et al. (2008), para la elaboración del perfil F-V (Figura 2).

<sup>2</sup> <https://jbmorin.net/2017/10/01/a-spreadsheet-for-jump-force-velocity-powerprofiling/>.

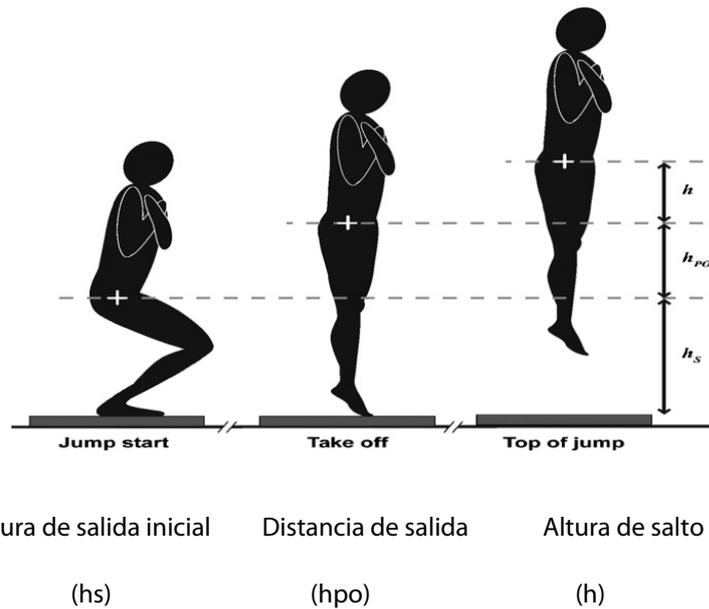


Figura 2. Las tres posiciones claves en un salto con sentadilla y las tres variables utilizadas para aplicación de esta metodología (Fuente: Samozino, et al., 2008).

#### Las medidas que se tomaron fueron las siguientes:

- Peso corporal, junto con la carga adicional que le fuéramos añadiendo en las próximas series, expresada en kilogramos (m).
- Altura de salto ( $h$ ) expresada en metros, identificada a partir del tiempo de vuelo.
- Altura de salida inicial ( $h_s$ ), que corresponde a la distancia (expresada en metros) entre la región anatómica de la cresta iliaca superior en posición de SJ con flexión de noventa grados, hasta el suelo.
- Distancia de impulso ( $h_{po}$ ), que corresponde con la longitud de los miembros inferiores con el tobillo en extensión en la posición de decúbito supino, concretamente desde la creta iliaca antero superior hasta las falanges de los pies (Figura 3).



Figura 3. Medición de la longitud de los miembros inferiores con extensión de tobillo que corresponde con la distancia de salida ( $h_{po}$ ) previa al salto vertical (Fuente: Samozino, 2017).

Posterior a la toma de estos datos, se inició una entrada en calor de quince minutos, en donde se realizaron ejercicios de movilidad articular, estiramientos dinámicos, sentadillas con el peso corporal y saltos sin contramovimiento (Anexo 1). Posteriormente, y previa recuperación, se les pidió que el primer salto se realizase sin carga y con las manos sujetas a la cintura (anexo 2), mientras que cuando se les propuso el resto de los saltos con

carga, estas debían de colocarse sobre la barra y no podían perder el contacto durante el movimiento (Jiménez-Reyes, et al., 2017). La posición inicial adoptada, previa al inicio del movimiento, se comprobaba antes de cada intento, permitiéndose una posición confortable que cumpliera con la condición de mantener una flexión de rodilla en torno a los 90° y que se mantuviera durante 2 segundos antes del inicio del movimiento (Figura 4) (anexo 3).



Figura 4. Sentadilla con salto sin peso (A) con las manos situadas en la cintura, y sentadilla con salto con peso (B) con las manos situadas sobre la barra, con una flexión de rodillas entorno a los 90°.

Además, en cada intento se alentaba al sujeto para que aplicase la máxima fuerza y despegase lo más rápido posible, para alcanzar así la mayor altura vertical. También se le advertía verbalmente de la imposibilidad de realizar contramovimiento, al mismo tiempo que se comprobaba cuidadosamente en cada salto. Asimismo, también se examinó que el aterrizaje se produjera con las piernas extendidas evitando posibles engaños a la plataforma. En el caso de que alguno de estos criterios no se cumpliera el salto quedaba anulado y debía de repetirse (Samozino, et al., 2008; Samozino, et al., 2012; Samozino, et al., 2014; Rodríguez, 2015; Jiménez-Reyes, et al., 2017).

La secuencia que se estableció para el incremento progresivo de las cargas fue del 0, 25, 50, 75, 100% del peso corporal de los sujetos (Samozino, et al., 2014). Además, se realizaron dos intentos válidos por cada carga, cuyo tiempo de recuperación era de 2 minutos entre intentos, y de 5 minutos entre series con distinta carga (Samozino, et al., 2008; Samozino, et al., 2012; Samozino, et al., 2014; Rodríguez, 2015; Jiménez-Reyes, et al., 2017).

Por último, a partir de las variables citadas anteriormente, y aplicando las siguientes formulas (Figura 5), se estimó la velocidad, la fuerza y la potencia de los miembros inferiores que se alcanzaba en cada salto.

$$F = m \cdot g \cdot \left( \frac{h}{h_{PO}} + 1 \right) \quad v = \sqrt{\frac{g \cdot h}{2}} \quad P = m \cdot g \cdot \left( \frac{h}{h_{PO}} + 1 \right) \cdot \sqrt{\frac{g \cdot h}{2}}$$

Figura 5. Ecuaciones para estimar la fuerza (F), la velocidad (V) y la potencia (P) a partir de una serie de variables (Fuente: Samozino, 2017).

Finalmente, a partir de todos los datos citados anteriormente, se elaboró el perfil F-V y se determinó el desequilibrio entre la fuerza y la velocidad (F-V imb). Este concepto fue propuesto por Samozino et al. (2013) para referirse a la diferencia existente entre el perfil actual de F-V del atleta (Sfv) y su perfil óptimo de F-V (SfvOpt), cuyo resultado se expresa en términos porcentuales a partir de la aplicación de la siguiente fórmula (Figura 6). Este criterio, también ha sido utilizado por Jiménez- Reyes et al. (2017), quienes apoyándose en una nueva fórmula (Figura 7), elaborada a partir de una simplificación de la anterior, propusieron una clasificación donde establecían los puntos de corte de cada tipo de desequilibrio en función de lo enfático que fuese y unas ratios de trabajo (Tabla 2).

$$F - Vimb(\%) = 100 \times \left(1 - \frac{Sfv}{SfvOpt}\right)$$

Figura 6. Ecuación para calcular el desequilibrio entre la fuerza y la velocidad del atleta. (Fuente: Samozino, et al., 2013).

$$F - Vimb(\%) = \frac{Sfv}{SfvOpt}$$

Figura 7. Ecuación para calcular el desequilibrio entre la fuerza y la velocidad del atleta. (Fuente: Jiménez- Reyes, et al., 2017).

Tabla 2. Categorías de desequilibrios entre fuerza y velocidad, puntos de corte y ratios de entrenamiento (Fuente: Jiménez-Reyes, et al., 2017).

Categorías F-v imb	Puntos de corte F-V imb (%)	Ratio de entrenamiento
Déficit alto de fuerza	< 60	3 Fuerza 2 Fuerza – potencia 1 Potencia
Déficit bajo de fuerza	60-90	2 Fuerza 2 Fuerza – potencia 2 Potencia
Equilibrio	>90 -110	1 Fuerza 1 Fuerza – potencia 2 Potencia 1 Potencia - velocidad 1 Velocidad
Déficit bajo de velocidad	>110-140	2 Velocidad 2 Potencia - Velocidad 2 Potencia
Déficit alto de velocidad	> 140	3 Velocidad 2 Potencia - velocidad 1 Potencia

### Tratamiento de los datos y análisis estadístico

Los datos registrados en las evaluaciones fueron volcados a la planilla de cálculo original para la determinación del Perfil F-V, donde se obtuvieron los valores de F0, V0, Pmáx, Sfv, Sfvopt y FV%IMB de cada sujeto.

Para la descripción de los datos se calcularon las medias, medianas, desviaciones estándar, los valores mínimos y máximos de cada grupo de variables. La normalidad de las distribuciones y la homogeneidad de los datos se verificaron mediante la prueba de Shapiro-Wilk ( $P > 0,05$ ) y coeficiente de variación. Así como también se utilizó el coeficiente de correlación Pearson con una probabilidad ( $p < 0,05$ )

Los análisis estadísticos se realizaron con JASP Team (2020) (JASP versión 0.14) [Computer software] y con Excel (Microsoft, Washington, USA).

### RESULTADOS

La muestra estuvo compuesta por 10 jugadores masculinos de futbol profesional, con una edad promedio de  $26,9 \pm 3,04$  años, una masa corporal de  $78 \pm 7,58$  kg y una talla de  $1,79 \pm 0,06$  metros. Los datos son descriptos en valores de media, mediana, desvío estándar, valor máximo y valor mínimo. (tabla 3)

Tabla 3. Características de la muestra.

	Edad	Peso (Kg)	Altura (m)	Hpo (m)
N	10	10	10	10
Perdidos	0	0	0	0
Media	26.9	78.0	1.79	0.479
Mediana	27.0	81.2	1.81	0.480
Desviación estándar	3.04	7.58	0.0606	0.0387
Mínimo	22.0	64.7	1.68	0.410
Máximo	33.5	87.3	1.86	0.530

Hpo: distancia vertical de empuje (en metros).

La tabla 4 se muestra los resultados obtenidos en la valoración del perfil F-V de cada jugador (anexo 4), los cuales presentan un coeficiente de correlación lineal consistente ( $r^2 0,954$ ), El promedio de la potencia máxima absoluta fue de  $1921,1 \pm 215,7$  W, con una potencia máxima relativa de  $24,7 \pm 2,25$  W/kg, una F0 de  $2611,6 \pm 273,4$  N en términos absolutos, una F0 de  $33,5 \pm 1,28$  N/kg en términos relativos y una V0 de  $2,94 \pm 0,24$  m/s; con promedio en altura de salto SJ, de  $39,5 \pm 0,31$  cm; con un FVimb de  $88,8 \pm 7,36$  %. Además, se pudo observar a través del test de Shapiro-Wilk la distribución normal de los datos.

Tabla 4. Análisis descriptivo de las variables mecánicas del perfil F-V.

	N	Perdidos	Media	Mediana	DE	Mínimo	Máximo	Shapiro-Wilk	
								W	p
F0 (N)	10	0	2611.600	2721.500	273.4712	2227	2979	0.885	0.149
F0 (N / Kg)	10	0	33.540	33.600	1.2834	31.400	36.100	0.976	0.937
V0 (m/s)	10	0	2.942	2.950	0.2466	2.580	3.260	0.926	0.408
Pot. máx (W)	10	0	1921.100	1867.500	215.7042	1568	2277	0.914	0.308
Pot. Máx (W/Kg)	10	0	24.670	25.000	2.2583	20.900	28.600	0.981	0.970
P.Max. Salto Carga 0 kg	10	0	1924.800	1897.500	213.4124	1582	2294	0.936	0.509
H máx (m)	10	0	0.395	0.401	0.0374	0.311	0.441	0.910	0.279
Sfv	10	0	-11.465	-11.685	1.0384	-12.640	-9.620	0.921	0.364
Sfv Opt.	10	0	-12.848	-12.750	0.5727	-13.800	-12.180	0.881	0.136
FV-imb	10	0	88.800	90.000	7.3606	75	99	0.973	0.921
r2	10	0	95.400	95.000	2.7162	92	99	0.877	0.122

DE: Desvío Estándar, F0: Fuerza máxima teórica; V0: Velocidad máxima teórica; Pot. Máx: Potencia máxima; Pot. Máx w/kg: Potencia máxima relativa; H máx: Altura máxima de salto; Sfv: Perfil actual fuerza - velocidad; Sfv Opt: Perfil óptimo fuerza - velocidad; FV-imb: Desequilibrio entre fuerza y velocidad; r2: coeficiente de determinación. valor-p (SW)= aceptación del test Shapiro-Wilk,  $p > 0.05$

De acuerdo con los datos obtenidos se realizó el perfil individual de cada atleta (Anexo 5) y un perfil F-V grupal (Figura 8). También se confecciono un perfil F-V según el desequilibrio. La Figura 9, presenta gráficamente los desequilibrios fuerza-velocidad (FVIMB en %), en la misma se observa el déficit de fuerza o de velocidad de cada individuo. Cinco (5) deportistas presentaron un Perfil F-v bien balanceado (>90-110%) y otros cinco (5) con bajo déficit de fuerza (60-90%).

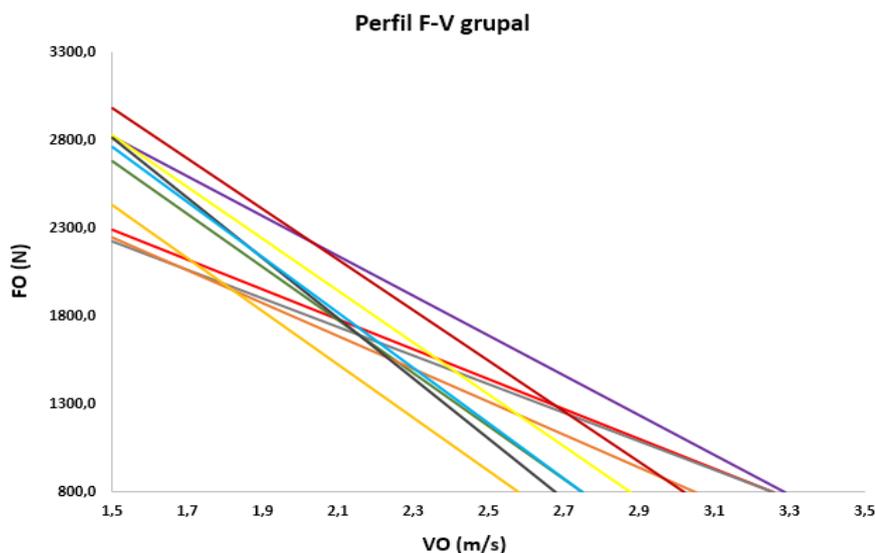


Figura 8: Perfiles fuerza-velocidad de todos los futbolistas, F0, fuerza máxima teórica; V0, velocidad máxima teórica

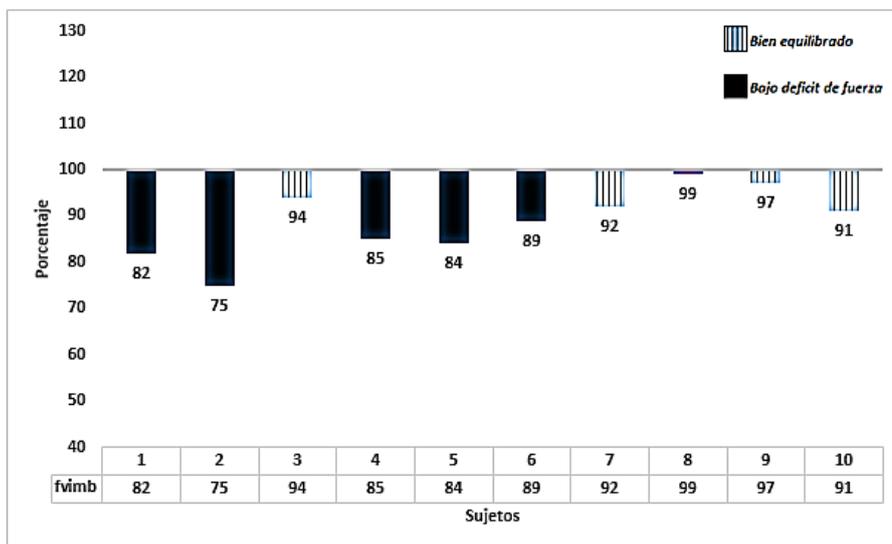


Figura 9. Desequilibrios F-v FVIMB (%)

Se encontró un coeficiente de correlación significativo entre la potencia máxima absoluta y con la altura máxima del salto con 0 kg ( $r=.657$ ;  $p=.003$ ). A su vez, también se encontraron correlaciones significativas entre la potencia máxima relativa con la altura máxima del salto con 0 kg ( $r=.893$ ;  $p=.001$ ). Por otra parte, se encontró una correlación significativa entre la potencia máxima del salto con carga 0 con la potencia máxima absoluta ( $r=.987$ ;  $p=.001$ ). También se encontró una relación negativa entre el FVimb con la Pmax relativa ( $r= -.674$ ;  $p=.003$ ). (Tabla 5)

Tabla 5. Niveles de correlación entre las variables

Hpo: distancia vertical de empuje (en metros). Pot. Máx: Potencia máxima; Pot. Máx w/kg: Potencia máxima relativa; H máx: Altura máxima de salto; FV-imb: Desequilibrio entre fuerza y velocidad.

		Hpo (m)	Pot. Máx (W/Kg)	H máx (m)	P.Max. Salto Carga 0 kg	Pot. máx (W)	FV-imb
Hpo (m)	R de Pearson	—					
	valor p	—					
Pot. Máx (W/Kg)	R de Pearson	0.017	—				
	valor p	0.962	—				
H máx (m)	R de Pearson	0.427	0.893***	—			
	valor p	0.218	< .001	—			
P.Max. Salto Carga 0 kg	R de Pearson	0.460	0.458	0.603	—		
	valor p	0.181	0.183	0.065	—		
Pot. máx (W)	R de Pearson	0.478	0.526	0.657*	0.987***	—	
	valor p	0.162	0.119	0.039	< .001	—	
FV-imb	R de Pearson	0.112	-0.674*	-0.513	0.026	-0.037	—
	valor p	0.757	0.033	0.129	0.944	0.919	—

Nota. \*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ , \*\*\*  $p < .001$

La tabla 6, se menciona el coeficiente de variación (CV), siendo una medida representativa de la poca variabilidad existente entre los datos analizados, ya que la misma, manifiesta una muestra homogénea.

Tabla 6. Coeficiente de variación (CV)

F0: Fuerza máxima teórica; V0: Velocidad máxima teórica; Pot. Máx: Potencia máxima; Pot. Máx w/kg: Potencia máxima relativa; H máx: Altura máxima de salto; FV-imb: Desequilibrio entre fuerza y velocidad;

	Edad	Peso (Kg)	Altura (m)	F0 (N)	F0 (N / Kg)	V0 (m/s)	Pot. m.x (W)	Pot. M.x (W/Kg)	P.Max. salto carga 0 kg	H m.x (m)	FV-imb
Válido	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Ausente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Coeficiente de Variación	0.113	0.097	0.034	0.100	0.053	0.082	0.116	0.091	0.111	0.097	0.083

## DISCUSION

El presente estudio se planteó con el objetivo de identificar las características de los perfiles de fuerza - velocidad en los jugadores masculinos de futbol profesional, de la primera nacional argentina.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, corroboran estudios publicados anteriormente (Samozino, et al., 2012; Samozino, Rejc, di Prampero, Belli, & Morin, 2014) donde nos muestran la existencia de un perfil óptimo F-V en cada sujeto, por lo que nos supone poder planificar a nivel individual además de conocer el estado de rendimiento de tus jugadores.

Por lo tanto podemos afirmar que los principales hallazgos de este estudio son haber encontrado una fiabilidad en el desequilibrio mecánico F-V de los miembros inferiores para explicar la variabilidad de los sujetos en la realización del salto, lo que normaliza un soporte, en primer lugar, la influencia del perfil F-V en la realización del salto, sin tener en cuenta los valores desarrollados de Pmax, y en segundo lugar la existencia de un perfil optimo F-V que nos da información suficiente para poder establecer planificaciones de trabajo de forma individualizada.

Los resultados revelaron un bajo déficit de fuerza en el 50 % de la muestra y el otro 50 % de los jugadores tenían una relación F-V casi óptima ( $\pm 10\%$ ).

La altura del salto sin carga se correlaciono positivamente con la Pmax absoluta y relativa del deportista, así como también con la Pmax de salida sin carga y la Pmax relativa, afirmando lo que señalan varios investigadores (Samozino et al., 2008; Samozino et al. 2012; Samozino et al. 2013). Por otra parte, se encontró una relación negativa entre el FVimb y la Pmax relativa, al igual que en Samozino et al. (2013).

Sin embargo, no encontramos relación entre la altura del salto sin carga y el FVimb, hallazgos opuestos a los que plantean Jiménez-Reyes et al. (2019). Tampoco hubo correlación entre hpo con Pmax absoluta, Pmax relativa, Pmax de salida sin carga, ni con altura del salto. Este resultado va en línea con Samozino et al. (2013) donde no se presentó relación entre hpo y Pmax.

Así mismo, en línea con lo presentado las correlaciones, mostraron que el rendimiento de salto fue altamente asociado con la producción de potencia máxima de las extremidades inferiores, como observado previamente con una magnitud similar (Yamauchi J, Ishii N ,2007), con un coeficiente de correlación de (0,65 a 0,84), confirma que el

rendimiento de salto depende principalmente de P.max. (Samozino P , Rejc E , Di Prampero P E , Belli A , Morin J B,2012)

Los resultados de las evaluaciones arrojaron datos similares a los que obtuvieron Jiménez-Reyes, P., Samozino, P., García Ramos, A., Cuadrado-Peñañiel, V., Brughelli, M. & Morin, J-B. (2018) en cuanto a las variables F0, Vo, Pmáx. y altura del salto al evaluar jugadores de fútbol de nivel internacional, profesionales y semiprofesionales. Los valores obtenidos por Jiménez Reyes et al. para F0 (N/Kg) fueron de  $35,5 \pm 3,19$  mientras que en nuestro estudio se obtuvo valores de  $33,5 \pm 1,28$ . En velocidad se obtuvo valores de Vo (m/s) de  $2,98 \pm 0,37$  y de  $2,94 \pm 0,24$ . En cuanto a Pmáx (W/Kg) los valores fueron de  $26,3 \pm 2,95$  y de  $24,7 \pm 2,25$ . Por último, en cuanto a la altura de salto (mts) se obtuvo valores de  $0,35 \pm 0,04$  y de  $0,395 \pm 0,03$ , para Jiménez Reyes et al. (2018) y nuestro estudio respectivamente. Por tal, podemos decir que los jugadores que participaron de la evaluación presentan resultados aceptables y esperables en comparación a previas investigaciones con futbolistas.

El estudio de Jiménez-Reyes et al. (2017) en el que participaron 84 jugadores semiprofesionales de fútbol y rugby, arrojó resultados similares a los obtenidos en esta investigación para cada subgrupo de la muestra para las variables de F0 (N/Kg), Vo (m/s), Pmáx (W/Kg). y altura del salto (mts).

El perfil mecánico fuerza-velocidad es una herramienta de evaluación precisa, fiable, simple, rápida y de bajo costo para la determinación de la relación fuerza-velocidad en miembros inferiores durante el salto vertical, a partir de la cual es posible establecer el porcentaje de desequilibrio fuerza-velocidad (FVIMB) con respecto a un perfil óptimo y diseñar un programa de entrenamiento individualizado en base a ello

## LIMITACIONES

La principal limitación de esta investigación fue el tamaño de la muestra. Esto sucedió debido, al cronograma de competencias, semanas tipo, dinámica de torneos condicionando la participación de mayor cantidad de jugadores y la disposición de las instalaciones.

## CONCLUSION

A partir de los datos observados se concluye que dentro del grupo de jugadores de fútbol de primera nacional del fútbol argentino existen diferentes tipos de perfiles: un primer grupo que presenta desbalances con bajo déficit de fuerza, y un segundo que presenta un nivel óptimo según Jiménez-Reyes et al. (2017) es de menos del 10%, por lo que se considera que poseen un perfil balanceado. Se reafirma la idea ya conocida que la altura del salto depende principalmente de la Pmax relativa y absoluta, sin embargo, aún no está del todo clara la relación entre el FVimb y la altura del salto.

A través de este estudio, se brindan datos descriptivos (F0 (N/kg), V0 (m/s), Pmax (W/kg), Pmax (W), pmax. Salto carga 0 kg, altura máxima del salto con 0 kg y F-Vimb) que pueden servir como referencia en el ámbito del fútbol profesional, donde hasta el momento hay un campo importante por explorar. Este estudio supone una primera aproximación a investigaciones de este tipo a nivel académico ya que hasta donde llega nuestro conocimiento no se han publicado estudios dedicados al análisis e interpretación de los perfiles de los jugadores de fútbol a nivel nacional, por lo que puede servir de antecedente para futuras investigaciones.

A partir de los resultados obtenidos y las conclusiones alcanzadas se sugiere continuar en el campo de estos estudios con jugadores de fútbol profesional con una muestra de mayor número para poder profundizar en los

perfiles de F-V en jugadores de fútbol profesional a nivel local y en divisiones juveniles, como así también una valoración por puestos. Todos estos aspectos mencionados y sus interacciones deben ser comprendidos y analizados profundamente a la hora de utilizar ésta valiosa herramienta en pos de realizar un análisis riguroso, pero a su vez simple y práctico que permita tomar decisiones para mejorar la performance y el rendimiento deportivo

## BIBLIOGRAFIA

1. Arnason, A., Sigurdson, S., Gudmunsson, A., Holme, I., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2004). Physical fitness, injuries, and team performance in soccer. *Medicine. Science Sports Exercise*, 36(2), 278–285. doi:10.1249/01.MSS.0000113478.92945.CA
2. Bangsbo J. (1994). The physiology of soccer-with special reference to intense intermittent exercise. *Acta Physiol. Scand.* 151(610) 1-157.
3. Bangsbo, J., Mohr, M., & Krstrup, P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *Journal of sports sciences*, 24(7), 665–674. <https://doi.org/10.1080/02640410500482529>
4. Bozic, P. R., Pazin, N., Berjan, B., & Jaric, S. (2012). Evaluation of alternating consecutive maximum contractions as an alternative test of neuromuscular function. *European journal of applied physiology*, 112(4), 1445-1456.
5. Casas, Adrián. *Physiology and methodology of intermittent resistance training for acyclic sports. Journal of Human Sport and Exercise*, [S.l.], v. 3, n. 1, p. 23-52, dic. 2008. ISSN 1988-5202
6. Cormie, P., McGuigan, M. R., y Newton, R. U. (2010). Adaptations in athletic performance after ballistic power versus strength training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 42, 1582–1598.
7. Cronin, J., & Sleivert, G. (2005). Challenges in understanding the influence of maximal power training on improving athletic performance. *Sports Medicine*, 35(3), 213-234
8. Dane, S. P., Can, S., & Karsan, O. (2005). Relations of body mass index, body fat and power of various muscles to sport injuries. *Perceptual Motor Skills*, 95(1), 329-334. doi:10.2466/pms.2002.95.1.329
9. Domenech Monforte, C. (2015). *Patrones de movimiento en futbolistas de élite. (Tesis doctoral). Universidad de Valencia.*
10. Ekblom B. (1994) *Evaluation of physical performance. Editors. Football (soccer). Oxford: Blackwell Scientific Publications.* 102-23.
11. Faude, O., Koch, T., & Meyer, T. (2012). Straight sprinting is the most frequent action in goal situations in professional football. *Journal of Sports Sciences*, 30(7), 625–631. <https://doi.org/10.1080/02640414.2012.665940>
12. Giroux, C., Rabita, G., Chollet, D., Guilhem G. (2015). What is the best method to asses lower limb force-velocity relationship? *International journal of sport medicine*, 36(2), 143-149.
13. Jiménez-Reyes, P., Samozino, P., Brughelli, M., & Morin, J. B. (2017). Effectiveness of an individualized training based on force-velocity profiling during jumping. *Frontiers in Physiology*, 7(JAN), 1–13. <https://doi.org/10.3389/fphys.2016.00677>

14. Jiménez-Reyes, P., Samozino, P., García Ramos, A., Cuadrado-Peñañel, V., Brughelli, M. & Morin, J-B. (2018) Relationship between vertical and horizontal force-velocity power profiles in various sports and levels of practice. *PeerJ*, 1-18. Recuperado de <https://doi.org/107717/peerj.5937>
15. Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*. México: Editorial McGraw-Hill.
16. López-Segovia, M., Marques, M., van den Tillaar, R. & González-Badillo, J. (2011). Relationships Between Vertical Jump and Full Squat Power Outputs With Sprint Times in U21 Soccer Players. *Journal of Human Kinetics*, 30(1).
17. Morin, J-B. (2017). A spreadsheet for jump Force-Velocity-Power profiling. Recuperado de: <https://jbmorin.net/2017/10/01/a-spreadsheet-for-jump-force-velocity-powerprofiling/>.
18. Morin, J. B., & Samozino, P. (2016). Interpreting power-force-velocity profiles for individualized and specific training. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(2), 267–272. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2015-0638>
19. Naclerio, F., Rodriguez, G., & Colado, J. C. (2008). Application of a jump test with increasing weights to evaluate the relation between strength-speed and potency. *Fitness and Performance Journal*, 7(5), 295-300
20. Oddsson, L. (2008). What factors determine vertical jumping height? In *ISBS-Conference Proceedings Archive (Vol. 1, No. 1)*.
21. Quagliarella, L., Sasanelli, N., Belgiovine, G., Moretti, L., y Moretti, B. (2010). Evaluation of standing vertical jump by ankles acceleration measurement. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(5), 1229-1236.
22. Reilly, T. (1994). The physiological profile of the soccer player. *Biology of Sport*, 11, 3-20.
23. Rimmer, E., y Sleivert, G. (2000). Effects of a Plyometrics Intervention Program on Sprint Performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 14(3), 295-301.
24. Rodríguez, J.J. (2015). *Antropométricas y músculo-tendinosas relacionadas con el perfil mecánico fuerza-velocidad en acciones balísticas*. Universidad Católica de Murcia, Murcia, España.
25. Ronnestad, B. R., Kvamme, N. H., Sunde, A., & Raastad, T. (2008). Short-Term Effects of Strength and Plyometric Training on Sprint and Jump Performance in Professional Soccer Players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(3), 773–780
26. Samozino, P., Rejc, E., Di Prampero, P. E., Belli, A., y Morin, J. B. (2014). Force-velocity properties' contribution to bilateral deficit during ballistic push-off. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 46, 107–114.
27. Samozino, P., Morin, J. B., Hintzy, F., & Belli, A. (2008). A simple method for measuring force, velocity and power output during squat jump. *Journal of Biomechanics*, 41(14), 2940–2945. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2008.07.028>
28. Samozino, P., Rejc, E., Di Prampero, P. E., Belli, A., & Morin, J. B. (2012). Optimal force-velocity profile in ballistic movements-Altius: Citius or Fortius? *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 44(2), 313–322.

<https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31822d757a>

29. Samozino, P., Edouard, P., Sangnier, S., Brughelli, M., Gimenez, P., & Morin, J. B. (2014). Force-velocity profile: Imbalance determination and effect on lower limb ballistic performance. *International Journal of Sports Medicine*, 35(6), 505–510. <https://doi.org/10.1055/s-0033-1354382>
30. Samozino, P., Morin, J. B., Hintzy, F., & Belli, A. (2010). Jumping ability: A theoretical integrative approach. *Journal of Theoretical Biology*, 264(1), 11–18.
31. Slimani, M., Chamari, K., Miarka, B., Del Vecchio, F. B., & Chéour, F. (2016). Effects of Plyometric Training on Physical Fitness in Team Sport Athletes: A Systematic Review. *Journal of Human Kinetics*, 53(1).
32. Vasconcelos, A. (2005). *Planificación y organización del entrenamiento deportivo*. Barcelona, España: Editorial Paidotribo.
33. Wisløff, U., Helgerud, J., & Hoff, J. (1998). Strength and endurance of elite soccer players. *Medicine Sciences Sports and Exercise*, 30(3), 462–467. doi:10.1097/00005768-199803000-00019
34. Yamauchi J, Ishii N. (2007) Relations between force-velocity characteristics of the knee-hip extension movement and vertical jump performance. *J Strength Cond Res.* (3):703-9. doi: 10.1519/R-20516.1. PMID: 17685704.