

**Acta de examen por tribunal**  
MONTEVIDEO

Materia: OSEMD SEMINARIO DEPORTE
No admite examen aprobado sin nota
Período: 202104- MONTEVIDEO - Ordinario
Fecha evaluación: 30/04/2021 Hora: 10:00 Corrección de fecha:
Tribunal: GONZALEZ RAMIREZ ANDRES , BOYARO CASTRO MILTON FABIAN, Benitez Flores Stefano

Tipo de inscripción: CURRICULAR - NO REGLAMENTADO

Estudiante	Nombre	Curso	Nota	Literal	Fecha
1 4937548 - 4	EMED TRUCCO, ROMINA STEPHANIE	12 - 29/04/2021	9	Nueve	3/06/2021
2 5239986 - 3	PALLAS FERNÁNDEZ, VALENTINA ANDREA	12 - 29/04/2021	9	Nueve	3/06/2021
3 5134463 - 5	PERDOMO COX, NICOLAS	12 - 29/04/2021	9	Nueve	3/06/2021
4 4318215 - 6	PEREZ IFRAN, PABLO ANDRES	12 - 29/04/2021	9	Nueve	3/06/2021
5 4878936 - 1	RIAL CABRAL, MAXIMILIANO NICOLAS	12 - 29/04/2021	9	Nueve	3/06/2021

Tot. Gral.	Presentados	No presentados	Aprobados	No aprobados	Otros
5	Cinco	Cero	Cinco	Cero	

Reglamentados	No reglamentados	Libres



Andrés González



Fabián Boyaro



Stéfano Benítez

**Escala de notas:**

Mínimo: 0; Máximo: 12; Umbral aprob.: 5

(\*) El estudiante está en más de un acta

**Universidad de la República**  
**Instituto Superior de Educación Física**  
**Licenciatura en Educación Física**  
**Tesina**

**Relaciones entre los perfiles fuerza-velocidad y los diferentes puestos  
del seleccionado masculino U20 de rugby uruguayo**

**Romina EMED**  
**Valentina PALLAS**  
**Nicolás PERDOMO**  
**Pablo PÉREZ**  
**Maximiliano RIAL**  
**Profesor tutor PhD. Andrés GONZÁLEZ**  
**Rendimiento Deportivo y Entrenamiento**

**Montevideo, Abril, 2021**

## ÍNDICE

RESUMEN .....	3
AGRADECIMIENTOS .....	4
1. INTRODUCCIÓN .....	5
Pregunta de investigación .....	7
Hipótesis .....	7
Objetivo general .....	7
Objetivos específicos .....	7
2. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL.....	8
2.1 Velocidad, fuerza y potencia .....	8
2.2 Perfil potencia-fuerza-velocidad vertical.....	10
2.3 Rugby Union .....	14
2.4 Scrum, tackle, ruck, maul y lineout.....	16
3. RESEÑA METODOLÓGICA .....	18
3.1 Sujetos .....	19
3.2 Instrumento.....	19
3.3 Materiales .....	20
3.4 Procedimiento.....	21
3.5 Estudio piloto.....	23
3.6 Tratamiento de datos .....	23
4. RESULTADOS .....	24
4.1 Estudio individual de los perfiles .....	24
4.2 Análisis de los perfiles según posición.....	26
5. DISCUSIÓN.....	29
6. CONCLUSIONES .....	31
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	32
8. ANEXOS.....	36

## **LISTA DE TABLAS**

Tabla 1. Definición e interpretación práctica de las principales variables de interés cuando se utiliza el perfil potencia-fuerza-velocidad vertical en empujes balísticos (Adaptado de Morin & Samozino, 2016). .....	12
Tabla 2. Descripción de la muestra .....	24
Tabla 3. Descripción de la muestra según posición.....	27

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1. Las tres posiciones clave durante un salto vertical en cuclillas y las tres distancias utilizadas en los cálculos propuestos (Samozino et al., 2008 p. 2941).....	13
Figura 2. Posiciones de Rugby de Quince (World Rugby, 2015, p. 6). .....	16
Figura 3. Perfiles F-v actuales según desequilibrio .....	25
Figura 4. Masa corporal según posición .....	26
Figura 5. Perfiles F-v actuales según posición .....	28

## RESUMEN

Este estudio tuvo como objetivo relacionar los perfiles fuerza-velocidad (F-v) y los diferentes puestos de los jugadores U20 del seleccionado de rugby uruguayo masculino. La muestra estuvo compuesta por trece jugadores masculinos de rugby ( $18,7 \pm 0,5$  años), quienes fueron evaluados en su perfil F-v vertical mediante squat jumps (SJ) con cargas progresivas (0 kg, 10 kg, 20 kg, 30 kg, 40 kg). Para un análisis más detallado, fueron divididos según posición en forwards y backs, ocho y cinco jugadores respectivamente. Como resultados, los forwards presentaron una mayor masa corporal ( $96,1 \pm 6,3$  vs.  $82,6 \pm 2,8$  kg), mientras que los backs mostraron un mayor F0, tanto en términos absolutos como relativos ( $2600 \pm 487$  N y  $31,6 \pm 6,6$  N/kg vs.  $2584 \pm 287$  N y  $26,9 \pm 2,5$  N/kg). Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas en las variables analizadas del perfil F-v según posición. Por otra parte, hubieron correlaciones significativas entre la potencia máxima absoluta con la posición inicial de  $90^\circ$  ( $r=.644$ ;  $p=.018$ ) y con la altura máxima del salto sin carga ( $r=.585$ ;  $p=.036$ ). A su vez, se evidenciaron correlaciones significativas entre la potencia máxima relativa con la altura máxima del salto con 0 kg ( $r=.740$ ;  $p=.004$ ), también entre la potencia máxima del salto sin carga y la altura ( $r=.762$ ;  $p=.002$ ). Además, se encontró una relación negativa entre el FVimb con la potencia máxima absoluta ( $r=-.831$ ;  $p=.000$ ) y con la potencia máxima relativa ( $r=-.759$ ;  $p=.003$ ). Se concluye que a pesar de no encontrarse diferencias significativas entre los perfiles F-v según la posición que ocupan en el terreno de juego, sí existen diferencias en el porcentaje de desequilibrio de los jugadores. Esto sugiere un entrenamiento específico e individualizado para optimizar el perfil. A su vez, este desequilibrio en jugadores de rugby presentó en su gran mayoría una tendencia hacia el desequilibrio de fuerza, lo que podría implicar un perfil específico para este deporte.

**Palabras clave:** Perfil fuerza-velocidad. Desequilibrio fuerza-velocidad. Rugby.

## **AGRADECIMIENTOS**

Queremos expresar nuestro agradecimiento a todas aquellas personas que de alguna manera contribuyeron durante el transcurso de la tesina.

A nuestro tutor de tesis, Dr. Andrés González, siempre dispuesto a responder las inquietudes que nos fueron surgiendo y a guiarnos en el camino, compartiendo conocimiento y experiencia constantemente. Ha sido un gran honor contar con su apoyo.

Al Profesor y Lic. Carlos de la Fuente, quien en todo momento estuvo a la orden de una manera muy cortés, poniendo a disposición a los deportistas, e incluso participando de la recolección de datos.

Queremos también expresar nuestro agradecimiento a los Profesores Mag. Federico Izeta y Lic. Nicolás Martínez, quienes junto al Entrenador Guzmán Barreiro autorizaron que esta tesina se pudiera llevar a cabo con jugadores de Selección Nacional.

A la Unión de Rugby del Uruguay, al Old Christians Club y a SportFit, por prestarnos sus instalaciones y jugadores para realizar la recolección de datos, a pesar de la pandemia que estamos viviendo y los problemas logísticos que eso acarrea.

Al Profesor Mag. Andrés Parodi quien muy amablemente aportó sugerencias durante todo el transcurso de la tesina y quien estuvo a disposición para la revisión antes de la entrega final.

No podemos olvidarnos del Dr. Santiago Zabaloy quien muy amablemente nos facilitó material de producción propia con gran relevancia a nivel internacional en la actualidad.

Mención especial a los jugadores que participaron en esta investigación, que sin ellos no hubiera sido posible concluir el trabajo.

Por último, y no por ello menos importante, agradecer a nuestras familias y amigos, por su apoyo incondicional en este momento tan importante para todos nosotros.

## 1. INTRODUCCIÓN

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).

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, 2013).

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 ( $P_{max}$ ) y por su perfil F-v, especialmente el  $FV_{imb}$ , por lo cual proponen que un entrenamiento optimizado debe apuntar a aumentar la  $P_{max}$  y/o reducir  $FV_{imb}$ .

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

Un estudio reciente realizado por Zabaloy, Pareja-Blanco, Giráldez, Rasmussen & Gálvez (2020) realizado en jugadores de rugby concluyó que los programas de fuerza basados en  $FV_{imb}$  indujeron mejoras en el rendimiento de sprint y mejores ajustes en el perfil F-v hacia un perfil F-v “óptimo” teórico. Estos autores sugieren incluir la evaluación del  $FV_{imb}$  para individualizar las cargas de trabajo de acuerdo a las necesidades de cada jugador.

Por otra parte, Jimenez-Reyes, Samozino, Brughelli y Morin (2017) concluyeron que las mejoras en la altura de salto fueron mayores, y para un mayor número de sujetos, con un entrenamiento basado en el enfoque F-v y  $FV_{imb}$  en comparación con el entrenamiento tradicional. Estos autores, replican el estudio anterior contemplando las limitaciones y mejorando el diseño (Jiménez-Reyes, Samozino, & Morin, 2019), los hallazgos confirman que un programa de entrenamiento optimizado e individualizado acorde al  $FV_{imb}$  es una estrategia efectiva para mejorar el rendimiento de salto.

Al considerar el perfil F-v en jugadores de rugby es importante hacer énfasis en la división más habitual según la posición que ocupan en el campo de juego, la misma divide a los jugadores en forwards y backs debido a sus diferencias en cuanto a las demandas y acciones (Coughlan, Green, Pook, Toolan, & O'Connor, 2011; Laursen & Buchheit, 2019).

Una investigación realizada por Cunningham et al. (2016) en jugadores de elite de Rugby Union U20 afirma lo expuesto anteriormente, agrega que los backs cubren mayores distancias y realizan mayor número de sprints, mientras que los forwards tienen mayores cargas de contacto y colisión.

Similares resultados plantean Yamamoto et al. (2020) en jugadores de rugby japoneses de elite en categorías mayores. Los backs recorren mayores distancias que los forwards, mayores distancias a alta velocidad ( $>18$  km/h) y realizan mayor número de aceleraciones ( $>1,5$  m/s<sup>2</sup>). Por el contrario, el número de altos impactos ( $>10$  g) fue mayor en forwards que en backs.

Tomando las posiciones específicas del deporte, Zabaloy, Pareja Blanco, Carlos-Vivas & Gálvez González (2020) realizaron una investigación en jugadores de rugby masculino amateur, sobre los factores determinantes del desempeño físico. En relación al perfil F-v no se encontraron diferencias significativas entre posiciones.

Dado lo expuesto anteriormente, sabemos que existen estudios sobre el perfil F-v en jugadores de rugby senior, sin embargo, no encontramos estudios realizados en jugadores juveniles, ni tampoco en algún seleccionado nacional.

Hasta donde llega nuestro conocimiento, dicha investigación sería pionera en el país en investigar acerca de los perfiles F-v en jugadores U20 del seleccionado uruguayo de rugby. Adicionalmente, puede aportar guías prácticas de evaluación para preparadores físicos a partir de herramientas de fácil implementación y bajo costo. Otro aspecto fundamental es que aporta datos de referencia para alcanzar niveles de selección

nacional juvenil en Uruguay, permitiendo compararse con seleccionados de mayor nivel.

### **Pregunta de investigación**

¿Cuál es la relación entre los perfiles de F-v y los diferentes puestos en los jugadores U20 del seleccionado de rugby uruguayo masculino?

### **Hipótesis**

- Existen diferencias entre los perfiles de F-v en los diferentes jugadores U20 del seleccionado de rugby uruguayo masculino.
- Los forwards presentan un perfil tendiente a la fuerza y los backs tendiente a la velocidad.

### **Objetivo general**

- Relacionar los perfiles F-v y los diferentes puestos de los jugadores U20 del seleccionado de rugby uruguayo masculino.

### **Objetivos específicos**

- Comparar los diferentes perfiles de los jugadores U20 del seleccionado de rugby uruguayo masculino.
- Identificar las diferencias en los perfiles F-v entre forwards y backs.

## 2. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

### 2.1 Velocidad, fuerza y potencia

Según González Badillo y Gorostiaga Ayestarán (2002) el impulso se define a partir del producto fuerza y tiempo ( $F \times t$ ), mientras que la cantidad de movimiento está dada por el producto de la masa por la velocidad ( $m \times v$ ). De aquí podemos expresar que la velocidad se obtiene por la siguiente ecuación  $V = F \times t/m$ . A su vez, desde el entrenamiento "podemos definir la velocidad como la capacidad del atleta, para realizar acciones motoras (movimiento) en el mínimo tiempo y en determinadas condiciones (deportes cíclicos o acíclicos)" (Vasconcelos Raposo, 2005, p. 65).

Por su parte, la fuerza es considerada un componente esencial para el rendimiento de cualquier ser humano y su desarrollo no puede ser olvidado en la preparación de los deportistas (Siff & Verkhoshansky, 2004). Esta puede dividirse desde dos puntos de vista, desde la mecánica y desde la fisiología. Mecánicamente es la causa capaz de modificar el estado de reposo o de movimiento de un cuerpo, como así también la capacidad de deformarlo, ya sea por compresión o estiramiento. Desde la física se puede definir a partir de la Segunda Ley de Newton como el producto de una masa por una aceleración ( $F = m \times a$ ), siendo el Newton su unidad de medida internacional (González Badillo & Ribas Serna, 2002). A partir de esto, se puede decir que "la fuerza muscular sería la capacidad de la musculatura para deformar un cuerpo o a su vez para modificar la aceleración del mismo: iniciar o detener el movimiento de un cuerpo, aumentar o reducir su velocidad o hacerle cambiar de dirección" (González Badillo & Ribas Serna, 2002, p. 11). Desde la fisiología, la fuerza es la tensión generada por el músculo al activarse (efecto interno); desde el punto de vista mecánico se centra en lo observable (efecto externo). De la interacción entre ambas fuerzas surge la fuerza aplicada, siendo esta "el resultado de la acción muscular sobre las resistencias externas" (p. 13). La fuerza externa a vencer, en algunos casos puede ser solo el peso corporal, y en otros casos un implemento, rival, o la suma de varios agentes externos. En el caso de los backs las acciones que predominan consisten en vencer su propia masa corporal, por ejemplo en sprints. Sin embargo, los forwards intervienen en varias acciones, que además de movilizar su propio peso deben movilizar al rival; acciones que serán desarrolladas en el apartado de rugby.

Como plantean González Badillo y Ribas Serna (2002) "lo que interesa en el deporte es medir la fuerza aplicada, pues de ella depende la potencia que se pueda

generar, que es, desde el punto de vista del rendimiento físico, el factor determinante del resultado deportivo” (p. 14).

La potencia es definida por McBride (2018) como el porcentaje de trabajo realizado, siendo el producto de la fuerza y el desplazamiento. Es la culminación de la fuerza, tiempo y desplazamiento, siendo el conjunto de estas tres variables lo que define el rendimiento deportivo. Si consideramos el concepto desde la Física, la potencia es el producto de la fuerza por la velocidad, es decir,  $P = F \times V$ ; esto indica que se pueden obtener iguales valores de potencia desplazando un peso liviano a altas velocidades o uno muy pesado a velocidades más bajas (Balsalobre, 2014; González Badillo & Gorostiaga Ayestarán, 2002; Samozino et al., 2008). En esta línea, Samozino et al. (2013) definen la potencia de salida instantánea como el producto de la fuerza externa desarrollada por la velocidad. Según French (2018) los ejercicios de potencia se definen por ser movimientos de gran velocidad, que aceleran el cuerpo del deportista, o un objeto.

Con el propósito de desarrollar la potencia McGuigan (2018) plantea que es preciso comprender las necesidades específicas del deporte y a su vez la posición que el deportista ocupa en el mismo, para así realizar programas de entrenamiento específicos. Uno de los factores que se debe tener en cuenta en dicho entrenamiento son las diferencias de las necesidades de potencia que existen entre las posiciones de los deportistas en su deporte. “Por ejemplo, en un deporte como el rugby, existen claras diferencias en las exigencias de un extremo lateral comparadas con las de un delantero de primera línea” (p. 228).

A su vez, Samozino et al. (2013) plantean que los rendimientos balísticos están determinados por la potencia máxima de salida ( $P_{max}$ ) y a su vez por su perfil mecánico individual de fuerza- velocidad (F-v), especialmente el desequilibrio FV.

## 2.2 Perfil potencia-fuerza-velocidad vertical

El perfil potencia-fuerza-velocidad se basa en las relaciones fuerza-velocidad y potencia-velocidad que caracterizan las capacidades mecánicas máximas del sistema neuromuscular de las extremidades inferiores (Morin & Samozino, 2016).

Según Samozino et al. (2012) los altos rendimientos balísticos son determinados por la potencia máxima de salida y también por la optimización de perfil F-v. En base al autor, “todo el sistema neuromuscular de las extremidades inferiores se considera como un generador de fuerza caracterizado por una relación lineal inversa F-v y un rango de movimiento dado” (Samozino et al., 2012, p. 314). Según estos autores, “el perfil mecánico de las extremidades inferiores puede representarse por la relación entre  $F_0$  y  $V_0$ , es decir, por la pendiente de la relación lineal F-v ( $S_{fv}$ )” (Samozino et al., 2012, p. 314). Esta relación puede explicarse a partir de la siguiente ecuación,

$$S_{fv} = -\frac{\bar{F}_0}{V_0}$$

Representado gráficamente  $F_0$  corresponde a la intersección de la pendiente en el eje de fuerza (y), mientras que  $V_0$  corresponde a la intersección con el eje de velocidad (x), formando una curva lineal F-v.

La Pmax se explica a partir de una relación parabólica P-v, identificándose gráficamente en el vértice de la parábola (Samozino et al., 2012). Estos parámetros se pueden relacionar por la siguiente ecuación,

$$\bar{P}_{\max} = \frac{\bar{F}_0 V_0}{4}$$

De lo mencionado anteriormente se desprende que dos deportistas pueden tener la misma Pmax a partir de distintas combinaciones de fuerza y velocidad, es decir, pueden presentar una similar o igual Pmax teórica a partir de diferentes perfiles F-v (Samozino et al., 2012). En otras palabras, diferentes niveles de fuerza y velocidad, pueden desarrollar una misma Pmax, lo que el autor denomina un perfil caracterizado por “fuerza” o por “velocidad”. Siguiendo con lo desarrollado por Samozino et al. (2012), aquellos atletas que presentan un perfil orientado hacia la fuerza, deberían entrenar su velocidad a partir de esfuerzos máximos con cargas livianas (<30% de una repetición máxima), mientras aquellos con un perfil orientado hacia la velocidad deberían orientar su entrenamiento hacia el desarrollo de la fuerza con cargas elevadas

(>75% de una repetición máxima). Esto debería traducirse en una mejora del rendimiento, ya sea por un aumento en la Pmax, o por la optimización del perfil F-v.

Reafirmando teóricamente lo expuesto por Samozino et al. (2012), “el rendimiento del salto está determinado por la salida de la potencia mecánica máxima (VTC-Pmax) y la magnitud de la diferencia relativa entre la pendiente de la relación lineal F-v (*Sfv*) y *Sfv<sub>opt</sub>* para un individuo determinado (FVimb)” (Morin & Samozino, 2016, p. 267). Por esto, los autores sugieren entrenar de manera individualizada con el objetivo del incremento de la VTC-Pmax y/o disminuir FVimb, lo que significa acercar el *Sfv* actual o real del atleta hacia el *Sfv<sub>opt</sub>* o teórico. Según Samozino et al. (2013) se puede determinar un perfil F-v óptimo individual que representa el mejor equilibrio entre sus capacidades de fuerza y velocidad, el cual se puede determinar a partir de la ecuación propuesta en el apéndice por Samozino et al. (2012).

$$S_{Fv\ opt} = -\frac{g^2}{3\bar{P}_{\max}} - \frac{-(g^4)h_{PO}^4 - 12gh_{PO}^3\bar{P}_{\max}^2}{3h_{PO}^2\bar{P}_{\max}Z(\bar{P}_{\max}, h_{PO})} - \frac{Z(\bar{P}_{\max}, h_{PO})}{3h_{PO}^2\bar{P}_{\max}}$$

Por otra parte, el FVimb se puede calcular a partir de la diferencia entre el perfil F-v real y el óptimo teórico (Samozino et al., 2013). A partir de este desequilibrio, los autores proponen seleccionar las cargas de entrenamiento de manera individualizada, para así aumentar la Pmax y optimizar el perfil F-v.

$$FVimb = 100. \left| 1 - \frac{Sfv}{Sfv_{opt}} \right|$$

Según Jiménez-Reyes et al. (2019), el perfil F-v óptimo se considera hasta un 10% de desequilibrio, en relación al perfil real comparado con el óptimo. En esta línea Samozino et al. (2012) plantean que para cada individuo existe un perfil F-v óptimo que maximiza el rendimiento, mientras que los desequilibrios en este perfil producen una disminución del rendimiento de hasta un 30%.

A partir de los FVimb, Jiménez Reyes et al. (2019) proponen la siguiente división: alto desequilibrio de fuerza (<60%), bajo desequilibrio de fuerza (60-90%), bien balanceado (90-110%), bajo desequilibrio de velocidad (110-140%), alto desequilibrio de velocidad (>140%).

**Tabla 1. Definición e interpretación práctica de las principales variables de interés cuando se utiliza el perfil potencia-fuerza-velocidad vertical en empujes balísticos (Adaptado de Morin & Samozino, 2016).**

<b>Variable de generación de perfiles</b>	<b>Definición y cómputo</b>	<b>Interpretación práctica</b>
Vertical <i>VTC-F0</i> (N/kg)	Producción teórica de fuerza máxima de las extremidades inferiores extrapolada de la relación fuerza-velocidad (F-V) de las sentadillas con salto cargado lineal; <i>y</i> -interceptación de la relación lineal F-V.	Salida de fuerza concéntrica máxima (por unidad de masa corporal) que las extremidades inferiores del atleta pueden producir teóricamente durante el empuje balístico. Determinado a partir de todo el espectro F-V, proporciona información más integradora sobre la capacidad de fuerza que, por ejemplo, la carga máxima de 1 repetición de sentadillas concéntrica.
<i>VTC-V0</i> (m/s)	Velocidad de extensión máxima teórica de las extremidades inferiores extrapolada de la relación lineal F-V de las sentadillas con salto cargada; <i>x</i> -intercepción de la relación F-V lineal.	Máxima velocidad de extensión de las extremidades 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.
<i>VTC-Pmax</i> (W/kg)	Potencia mecánica máxima de salida, calculada como $P_{max} = F0 \times V0/4$ o como el ápice de la relación polinómica de 2o grado P-V.	Máxima capacidad de salida de potencia del sistema neuromuscular de las extremidades inferiores del atleta (por unidad de masa corporal) en el movimiento de extensión concéntrico y balístico.
<i>Sfv</i>	Pendiente de la relación lineal F-V, calculada como $Sfv = -F0/V0$ .	El índice del equilibrio individual del atleta entre las capacidades de fuerza y velocidad. Cuanto más empinada sea la pendiente, más negativo sea su valor, más orientado hacia la "fuerza" el perfil F-V, y viceversa.
<i>SfvOpt</i>	Para una distancia de empuje, masa corporal y <i>Pmax</i> , el valor único de <i>Sfv</i> que maximiza la altura de salto.	El perfil F-V óptimo que representa el equilibrio óptimo, para un individuo determinado, entre las capacidades de fuerza y velocidad. Para un <i>Pmax</i> de potencia máxima dada, este perfil se asociará, ceteris paribus, con el rendimiento de empuje balístico más alto posible para este individuo. Los programas de entrenamiento deben diseñarse tanto para aumentar <i>Pmax</i> como para orientar <i>Sfv</i> hacia la <i>SfvOpt</i> .
<i>FVimb</i> (%)	Magnitud de la diferencia relativa entre <i>Sfv</i> y <i>SfvOpt</i> para un individuo determinado. Calculado como $(Sfv/SfvOpt) \times 100$ y expresado en porcentaje.	Magnitud de la diferencia entre perfiles F-V actual y óptimo. Un valor de 100% significa $Sfv = SfvOpt$ , es decir, perfil F-V optimizado. Los valores por encima del 100% significan un desequilibrio con un déficit en la velocidad, y viceversa. Cuanto mayor sea la diferencia con el valor óptimo del 100%, mayor será el desequilibrio.

Para realizar el método propuesto por Samozino et al. (2008), se deben tomar previamente una serie de mediciones. En primera instancia se precisa la masa corporal ( $m$ ) del sujeto en kg. Como segunda medida, se debe tomar la distancia vertical entre el suelo y el trocánter mayor de la pierna derecha en una posición de 90 grados a nivel de la rodilla. Esta medida se considera como la posición de partida del salto, representado como  $h_s$  (Figura 1). Otros parámetros a medir son, la distancia de empuje vertical ( $h_{PO}$ ), la longitud de las extremidades inferiores en completa extensión, con flexión plantar máxima (trocánter mayor a la punta del pie) y la altura del salto ( $h$ ) a partir de un espectro de cargas, tal como proponen Morin y Samozino (2016);  $h_{PO}$  se obtiene a partir de la diferencia entre la longitud de las extremidades inferiores en completa extensión, con flexión plantar y  $h_s$ . Como unidad de medida se utiliza el metro.

Este método de fácil implementación nos permite evaluar de manera precisa, la fuerza, velocidad y potencia de miembros inferiores, a partir de los saltos de sentadilla.

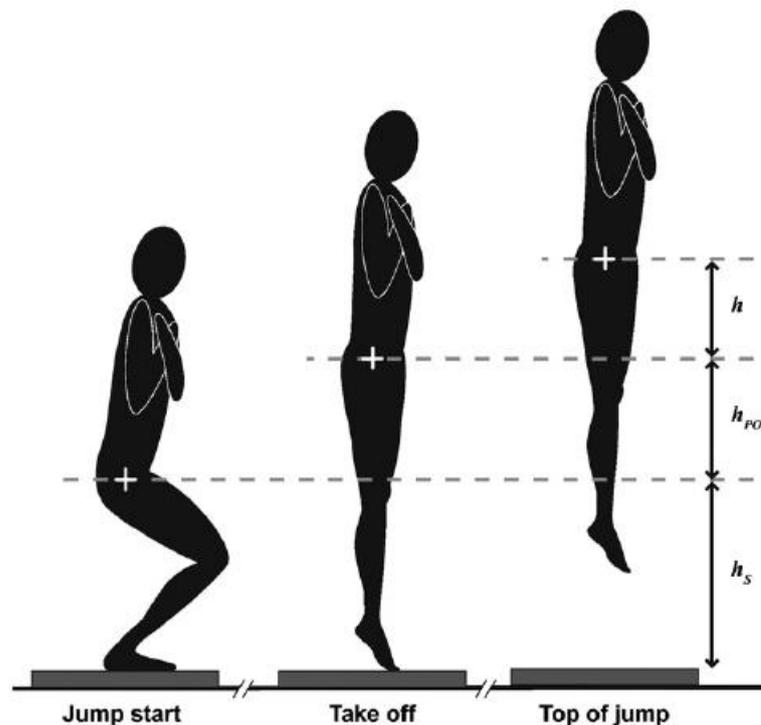


Figura 1. Las tres posiciones clave durante un salto vertical en cuclillas y las tres distancias utilizadas en los cálculos propuestos (Samozino et al., 2008 p. 2941).

Aplicando las fórmulas propuestas por Samozino et al. (2008) podemos obtener la fuerza media vertical en N y la velocidad media vertical en  $\text{ms}^{-1}$  de cada salto.

$$F = mg \left( \frac{h}{h_{po}} + 1 \right) \quad v = \sqrt{\frac{gh}{2}}$$

En donde  $m$  es la masa total (masa corporal + carga adicional) y  $g$  es la aceleración gravitacional ( $9,81 \text{ m.s}^{-2}$ ).

A partir del producto de la fuerza media vertical y la velocidad media vertical, podemos obtener la potencia media.

$$P = mg \left( \frac{h}{h_{po}} + 1 \right) \sqrt{\frac{gh}{2}}$$

### 2.3 Rugby Union

El Rugby Union es un deporte de invasión, de territorio y posesión, con características intermitentes en donde existen momentos de alta intensidad, que incluyen sprints, scrums, mauls, aceleraciones, desaceleraciones y tackles, alternados con pausas incompletas a baja intensidad, como trotar o caminar (Austin, Gabbett, & Jenkins, 2011; Laursen & Buchheit, 2019). El objetivo del juego es trasladar la pelota hasta pasar la línea de meta contraria e intentar apoyarla en el suelo, para así poder anotar puntos. Sumado a esto, existe una regla particular del deporte que consta en que los pases con las manos entre los compañeros pueden darse únicamente hacia atrás (World Rugby, 2015).

Dentro del Rugby Union podemos diferenciar dos modalidades, el rugby seven y el rugby de quince (Laursen & Buchheit, 2019; World Rugby, 2015; World Rugby, 2020). Esta investigación se centrará en el rugby de quince, que como su nombre lo indica consta de 15 jugadores en cancha por equipo, con una duración de 80 minutos, divididos en dos tiempos de 40 minutos (World Rugby, 2020).

Esta modalidad es considerada un deporte de campo basado en el contacto y en las colisiones, la cual se diferencia del Rugby League en cuanto a sus reglas, enfatizando el tackle y el scrum (Coughlan, Green, Pook, Toolan, & O'Connor, 2011). Según estos autores los impactos moderados a altos son los tackles ( $6.5-7.0 \text{ G}$ ), los de fuerte impacto son los tackles más pesados ( $7.0-8.0 \text{ G}$ ), los de muy alto impacto se darían durante el scrum o tackles más fuertes aún que los anteriores ( $8.0-10 \text{ G}$ ) y los impactos severos ocurrirían en colisiones o en los tackles más fuertes ( $10+ \text{ G}$ ). Cabe

aclarar que estas cargas fueron basadas en los fabricantes de los GPS, dato que mencionan los investigadores. En relación a las posiciones del juego se dividió a los jugadores en forwards y backs, siendo el número de impactos mayores en los forwards dadas las características y reglas del juego, datos que son comprobados por los autores antes mencionados. Por otra parte, otro de los hallazgos fue que los backs recorren mayores distancias (7002 m vs 6427 m) y realizan mayor cantidad de carreras en sprint.

A partir de un estudio realizado en jugadores de Rugby Union U20 (Cunningham et al., 2016) podemos observar que al igual que en la investigación anterior se dividen según su posición en el juego en forwards (delanteros) y backs (traseros). Sin embargo, en esta ocasión, los forwards los dividen en primera línea (pilares y hookers), segunda línea y tercera línea (alas y octavo); mientras que los backs se dividen en medios (medio scrum y apertura), centros, wings y fullback. Los resultados presentados por los investigadores plantean diferencias en relación a las demandas físicas durante el transcurso del juego, los backs recorren mayores distancias que los forwards (6,23 km vs 5,37 km respectivamente) y realizan más del doble en cantidad de sprints ( $26,4 \pm 7,47$  vs  $11,15 \pm 5,06$ ), mientras que los forwards se enfrentan a mayores cargas de contacto. Resultados similares a los presentados por Coughlan et al. (2011) con jugadores de más edad. Esto puede explicarse, en parte, debido a los roles que cumplen en el juego, ya que los forwards participan más en mauls, scrums y rucks, mientras que los backs participan en aceleraciones de alta intensidad (Austin, Gabbett, & Jenkins, 2011).

La fuerza y la potencia toman un papel clave en este deporte debido a las características expuestas anteriormente. Argus, Gill, Keogh (2012) realizaron una investigación en donde plantean que los niveles de fuerza y potencia son más elevados en deportistas profesionales y semiprofesionales, en relación a jugadores de academia y secundaria. Esto parece indicar que la fuerza y la potencia son capacidades determinantes en el rendimiento de este deporte.

Parece ser entonces que la clasificación más comúnmente utilizada es la división en dos grandes grupos, forwards y backs (Coughlan, Green, Pook, Toolan, & O'Connor, 2011; Laursen & Buchheit, 2019).

Según Yamamoto et al. (2020) el Rugby Union consiste de diez posiciones, cinco posiciones de forwards (pilares, hooker, segundas línea, terceras líneas y octavo) y cinco posiciones de backs (medio scrum, apertura, centros, wings y full back).

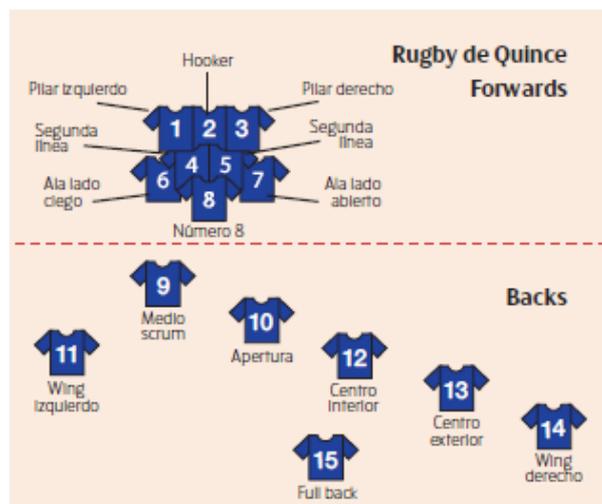


Figura 2. Posiciones de Rugby de Quince (World Rugby, 2015, p. 6).

## 2.4 Scrum, tackle, ruck, maul y lineout

El rugby es un deporte que se caracteriza por presentar durante el juego formaciones fijas que lo distinguen de otros deportes, entre las cuales se encuentran el scrum, maul, ruck y lineout. Tal como se mencionó anteriormente, los jugadores que participan mayormente en estas formaciones son los forwards. Otro de los rasgos característicos del deporte es el tackle, acción que involucra tanto a forwards como a backs.

Dentro de las formaciones características del deporte podemos mencionar al scrum definido como un “medio de reiniciar el juego después de una detención causada por una infracción menor a las Leyes (por ejemplo: un pase forward o un knock-on) o si resulta imposible jugar la pelota en un ruck o maul” (World Rugby, 2015, p. 8). Cuando ambos equipos se encuentren derechos, estables y estáticos, el árbitro procederá a indicar: “cuclillas, tomarse, ya”, indicaciones que traen aparejado una serie de acciones técnicas para la formación del scrum. Luego de ello el mediascrum procederá a introducir la pelota, acción que desencadena el empuje de un equipo contra el otro a modo de disputarse la posesión de la misma (World Rugby, 2020).

Por su parte, el tackle es una manera de agarrar al jugador con pelota y llevarlo al suelo, teniendo como objetivo detener al jugador atacante con pelota, efectuándose únicamente por debajo del cuello (Laursen & Buchheit, 2019; World Rugby, 2020).

A su vez, el ruck puede definirse como “una fase del juego en que uno o más jugadores de cada equipo, que están sobre sus pies y en contacto físico, se juntan

alrededor de la pelota que está en el suelo” (World Rugby, 2020, p. 21). Este se forma cuando la pelota se encuentra en el suelo agrupando uno o más jugadores alrededor de la misma. En esta formación los jugadores no pueden tocar la pelota con las manos, “deben usar sus pies para desplazar la pelota, o empujar más allá de ella de modo que emerja en el último pie del equipo, momento en el cual puede ser tomada con las manos” (World Rugby, 2015, p. 5).

Otra de las formaciones características del deporte es el maul, según World Rugby (2020) es “una fase del juego que consiste en un portador de la pelota y por lo menos un jugador de cada equipo, asidos entre ellos, sobre sus pies” (p. 19). Para formarse un maul la pelota debe estar en el suelo y se necesitan al menos tres jugadores, el portador de la pelota, al menos un compañero del mismo equipo, y como mínimo un rival (World Rugby, 2015). Luego de formado, los atacantes intentarán avanzar en el terreno de juego empujando dicha formación hacia adelante.

Por último, se puede definir al lineout como una formación fija para reanudar el juego en la cual se forman hileras de al menos dos jugadores, quienes esperan la recepción de la pelota desde el touch o línea lateral del campo de juego, cuando ésta fue enviada previamente afuera (World Rugby, 2020). Así mismo, el “Manual para empezar a jugar al Rugby” (World Rugby, 2015) define el lineout como una formación en la cual participan principalmente forwards, concentrados cerca de la línea de touch, quienes luego de obtener la pelota podrán distribuirla a los backs que se encontrarán a lo ancho del terreno de juego para atacar.

### 3. RESEÑA METODOLÓGICA

La presente investigación se enmarca en un enfoque cuantitativo, el cual según Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio (2014) es secuencial y probatorio. Este enfoque “utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con bases en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin de establecer pautas de comportamiento y probar teorías” (Hernández Sampieri et al., 2014, p. 4). Este modelo se ve reflejado en nuestra investigación al momento de recolectar los datos sobre los distintos perfiles F-v de los jugadores y analizarlos para verificar nuestras hipótesis presentadas previamente.

Nuestra investigación a partir de Hernández Sampieri et al. (2014) se identifica con los estudios de alcance explicativo, los cuales “están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales” (Hernández Sampieri et al., 2014, p. 95). El interés está centrado en explicar la causa de un fenómeno a estudiar, a su vez, en qué condiciones ocurre o por qué se relacionan dos o más variables (Hernández Samperi, 2014).

En relación al diseño de esta investigación podemos referirnos según Hernández Sampieri et al. (2014) a un diseño experimental, los mismos “manipulan tratamientos, estímulos, influencias o intervenciones (denominadas variables independientes) para observar sus efectos sobre otras variables (las dependientes) en una situación de control” (p. 129). Al referirnos a un diseño de investigación experimental podemos clasificar al mismo según Arnau (1975) como diseño de medidas-repetidas o intra-sujeto. “Uno de los objetivos fundamentales en este tipo de diseños, consiste en separar la variación debida a las diferencias individuales de la variación total” (Arnau, 1975, p. 36). Para conseguir esta finalidad, todos los deportistas deberán ser sometidos a los procedimientos que conforma el experimento a realizar. Según el autor, “el diseño de medidas repetidas es sumamente útil, siempre y cuando, los efectos de los tratamientos tengan un efecto pasajero, y consecuentemente, puedan ser aplicados en un plazo de tiempo relativamente corto” (p. 37).

### **3.1 Sujetos**

La muestra es de carácter no probabilístico o muestra dirigida, dado que la elección de los sujetos no depende de la probabilidad, sino que se adecúa a las necesidades de la investigación (Hernández Sampieri et al., 2014).

Se evaluaron un total de 13 jugadores pertenecientes al seleccionado masculino de rugby uruguayo U20, quienes fueron divididos aleatoriamente en grupos reducidos de dos a cuatro integrantes por turno.

Los criterios de inclusión fueron, integrar la selección nacional masculina U20, no poseer ninguna lesión y no consumir estimulantes o drogas no autorizadas por la World Anti-Doping Agency (WADA, 2020).

### **3.2 Instrumento**

El instrumento a utilizar fue el squat jump (SJ), propuesto por primera vez por el Dr. Carmelo Bosco, el cual consiste en realizar un salto desde una posición de semisentadilla sin permitirse el contramovimiento previo (Bosco & Komi, 1979).

Según lo propuesto por Samozino et al. (2008) la posición inicial a adoptar es de 90 grados en el ángulo de la rodilla, la cual debe mantenerse por al menos dos segundos. Para calcular el perfil F-v, la altura del salto debe medirse con al menos cinco cargas, las cuales varían desde 0 kg, incrementando hasta que el atleta pueda saltar alrededor de 10 cm (Morin & Samozino, 2016). Según estos autores, el primer salto se realiza sin carga adicional con los brazos cruzados sobre el torso, mientras que los siguientes deben ser realizados con cargas progresivas manteniendo una barra sobre los hombros, la cual deberá sostenerse con las manos. Se debe solicitar que alcancen la mayor altura posible, aplicando la mayor fuerza contra el piso, prohibiendo verbalmente el contramovimiento (CMJ) y verificando que esto se cumpla. El aterrizaje deberá ser con las extremidades inferiores extendidas y con los tobillos en flexión plantar. En caso de no cumplir con alguno de estos requisitos, se debe repetir el intento y no se tomará en cuenta el salto para el análisis.

Adaptando lo propuesto por Zabaloy et al. (2020a) se realizaron tres saltos con cada carga, siendo la pausa entre estos de dos minutos. Por otra parte, el descanso entre las diferentes cargas fue de tres a cuatro minutos y se utilizó el mejor salto para el análisis estadístico.

### 3.3 Materiales

Se utilizó para la evaluación la aplicación para iPhone y Android llamada My Jump 2, creada por el Dr. Carlos Balsalobre en 2016, siendo esta una nueva aplicación basada en su versión anterior “My Jump”. Con ella se evaluó el salto vertical, el cual se encuentra entre los medios más comunes para evaluar la aptitud física en varias poblaciones (Buchheit, Spencer y Ahmaidi, 2010). Gallardo-Fuentes et al. (2016) plantean que sería conveniente incorporar pruebas de salto en el cronograma regular de los atletas.

Existen varios instrumentos para medir las características del salto vertical, los más utilizados son: sistemas de células fotoeléctricas, plataformas de fuerza, transductores de posición lineal, células infrarrojas, alfombras de contacto, y grabación de video (Castagna et al., 2013). Garcia- López, Morante, Ogueta-Alday y Rodríguez-Marroyo (2013) consideran la evaluación en plataforma de fuerza como el estándar de oro. La misma ofrece niveles más altos de precisión y exactitud en las pruebas de salto vertical, pero es muy costosa, voluminosa, difícil de transportar, y generalmente necesita un software informático específico para analizar los datos. Su uso se limita en gran medida a los laboratorios, universidades y/o clubes deportivos de élite, por lo tanto es menos adecuada y menos accesible para algunos entrenadores y deportistas (Balsalobre-Fernández, Glaister, & Lockey, 2015; Gallardo-Fuentes et al., 2016). Sin embargo, con los constantes avances en tecnología, han surgido alternativas más prácticas en los últimos años, con aplicaciones para la evaluación del salto vertical (Gallardo- Fuentes et al., 2016).

Balsalobre-Fernández et al. (2015) plantean que My Jump es una aplicación capaz de medir con precisión la altura del salto para la mayoría de las poblaciones, incluidos atletas entrenados, y no se requiere experiencia previa en video análisis.

En un estudio realizado por Gallardo-Fuentes et al. (2016) donde analizaron la confiabilidad de la aplicación My Jump, en comparación con la plataforma de contacto para todos los atletas, se observaron correlaciones casi idénticas entre los instrumentos para SJ (plataforma: 0,87 y My Jump: 0,90). Por lo tanto, se descubrió que la aplicación My Jump es una herramienta de intrasesión e intersesión altamente válida y confiable para medir el rendimiento del salto vertical durante acciones musculares explosivas concéntricas (SJ), tanto en atletas masculinos como femeninos (Gallardo-Fuentes et al., 2016).

My Jump calcula la altura de salto en función del tiempo de vuelo de los sujetos, el mayor inconveniente de la aplicación podría surgir de las frecuencias más bajas de grabación/captura de video, menores a 120 Hz (Balsalobre et al., 2015); esta frecuencia no identifica correctamente el "momento de despegue". En Gallardo-Fuentes et al. (2016) se utilizó un Iphone 6 con frecuencia de muestreo de 240 Hz, reduciendo el inconveniente anterior. Este autor menciona que con los avances tecnológicos, los teléfonos incluyen cámaras con frecuencia de grabación más altas en su configuración, lo que aumenta la precisión de medición de la aplicación. Tomando esto en consideración, para obtener datos más precisos se utilizó para esta investigación un iPhone 6s.

Por lo tanto, la aplicación (My Jump) podría ayudar a los entrenadores de manera válida, fácil y económica a monitorear y controlar la capacidad de salto vertical de sus atletas profesionales o recreativos (Gallardo-Fuentes et al., 2016 y Balsalobre et al., 2015). Un estudio realizado por Bogataj, Pajek y Trajković (2020) sugieren que la aplicación para teléfonos inteligentes My Jump 2 es válida, confiable y una herramienta útil para medir la altura del salto.

Dada la evidencia expuesta anteriormente, consideramos que este material posee ciertas ventajas para su uso, tales como, bajo costo, accesibilidad, fiabilidad, validez y fácil implementación.

Adicionalmente se registró la masa corporal de los deportistas utilizando una balanza electrónica (Cuori, CUO-9370, Italia).

### **3.4 Procedimiento**

Los deportistas llegaron al Estadio Charrúa o al Gimnasio del Old Christians Club, en grupos reducidos de dos a cuatro integrantes, en donde inicialmente se recogieron los consentimientos informados. Luego se procedió a tomar la longitud de las extremidades inferiores en completa extensión (m) utilizando un centímetro, la masa corporal (kg) utilizando una balanza electrónica (Cuori, CUO-9370, Italia) y la distancia vertical entre el suelo y el trocánter mayor manteniendo un ángulo de 90 grados a nivel de la rodilla, corroborados con una escuadra. Esta posición adoptada se consideró como punto de partida para los saltos que realizaron posteriormente. Cabe destacar que la

masa corporal fue tomada con el calzado incluido, dado que los saltos fueron realizados con calzado (Anexo 1).

Posterior a la toma de estos datos, se inició una entrada en calor de diez minutos, en donde se realizaron ejercicios de movilidad articular, sentadillas con el peso corporal y saltos sin contramovimiento (Anexo 2).

El evaluado adoptó la posición inicial de 90 grados y se le solicitó que permanezca en ella durante dos segundos, seguido de un salto vertical (SJ) en donde estuvo prohibido realizar contramovimiento, siendo este cuidadosamente controlado. Se le indicó verbalmente que aplique la mayor fuerza posible contra el piso, buscando la mayor altura posible en el salto, aterrizando en posición de flexión plantar. El SJ sin carga adicional se realizó con los brazos cruzados sobre el pecho (Anexo 3).

Este procedimiento se repitió con cuatro cargas (10, 20, 30 y 40 kg), adaptado a lo propuesto por Zabaloy et al. (2020a). Las manos, a diferencia del salto sin carga, se colocaron sosteniendo la barra sobre los hombros. Se realizaron tres saltos con cada carga, adaptado a lo propuesto por Samozino et al. (2013) y Zabaloy et al. (2020a), utilizando el de mayor valor para determinar el perfil. En caso de no respetarse alguna de las consignas planteadas, el salto no fue considerado válido y debió repetirse con una correcta ejecución. Tomando como referencia a Zabaloy et al. (2020a) las pausas entre saltos con igual carga fueron de dos minutos, mientras que las pausas entre las distintas cargas fueron de tres a cuatro minutos (Anexo 4).

Se solicitó a los participantes no realizar actividades extenuantes 48 hs previas a las evaluaciones, y no modificar ningún aspecto de su vida diaria (sueño, alimentación, etc.) descansando adecuadamente durante el período de mediciones.

Previo a las evaluaciones, los participantes y/o sus tutores legales fueron informados completamente de los objetivos, riesgos y beneficios del estudio por medio de un consentimiento informado el cual firmaron y entregaron. Dicha investigación fue presentada al Comité de Ética del Instituto Superior de Educación Física (ISEF, Montevideo, Uruguay) para su aprobación. A su vez, este estudio se realizó de acuerdo con las directrices establecidas en la Declaración de Helsinki.

### **3.5 Estudio piloto**

Se realizó en el Gimnasio del Old Christians Club un estudio piloto con cuatro jugadores de rugby al igual que los sujetos de la muestra de la investigación (Anexo 5).

La finalidad de esta instancia fue aplicar el procedimiento para poder estimar el tiempo que demoraba realizar el perfil de cada sujeto, distribución de roles en el equipo de trabajo, familiarizarnos con el instrumento y la toma de medidas.

### **3.6 Tratamiento de datos**

Los datos obtenidos en la evaluación fueron registrados en una planilla de Excel (2007). Luego de finalizado la recolección de datos, éstos se insertaron en una planilla inteligente, con el propósito de determinar los perfiles de F-v de cada jugador. Las fórmulas insertas en la planilla fueron revisadas cuidadosamente y comparadas con las presentadas anteriormente en el marco teórico.

Para el análisis estadístico se utilizó el programa SPSS v.25. Se realizó un análisis descriptivo, en donde se consideraron los valores de la media, mediana, desvío estándar, límite inferior y superior.

Con respecto a la verificación de la normalidad en la distribución de los datos y homogeneidad de la varianza, se realizó la prueba de Shapiro-Wilk y Test de Levene, respectivamente.

Posteriormente, para comparar la muestra según la división por puestos, se realizó la prueba T-Student para muestras independientes en aquellas variables con comportamiento normal y homogéneo. Por otra parte, para las variables no paramétricas se utilizó la prueba U de Mann-Whitney.

Por último, se realizaron correlaciones lineales simples entre las variables, a partir del Coeficiente de Correlación de Pearson para las variables paramétricas y Coeficiente de Correlación Rho de Spearman para las variables no paramétricas.

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Estudio individual de los perfiles

La muestra estuvo compuesta por 13 jugadores del seleccionado uruguayo masculino de rugby U20, de los cuales 8 fueron forwards y 5 backs, con una edad promedio de  $18,7 \pm 0,5$  años y una masa corporal de  $90,9 \pm 8,5$  kg. El promedio de la potencia máxima absoluta fue de  $2582 \pm 485$  W, con una potencia máxima relativa de  $28,4 \pm 4,5$  W/kg, una F0 de  $2590 \pm 357$  N en términos absolutos, una F0 de  $28,7 \pm 4,9$  N/kg en términos relativos y una V0 de  $4,08 \pm 1,02$  m/s (Tabla 2).

Tabla 2. Descripción de la muestra

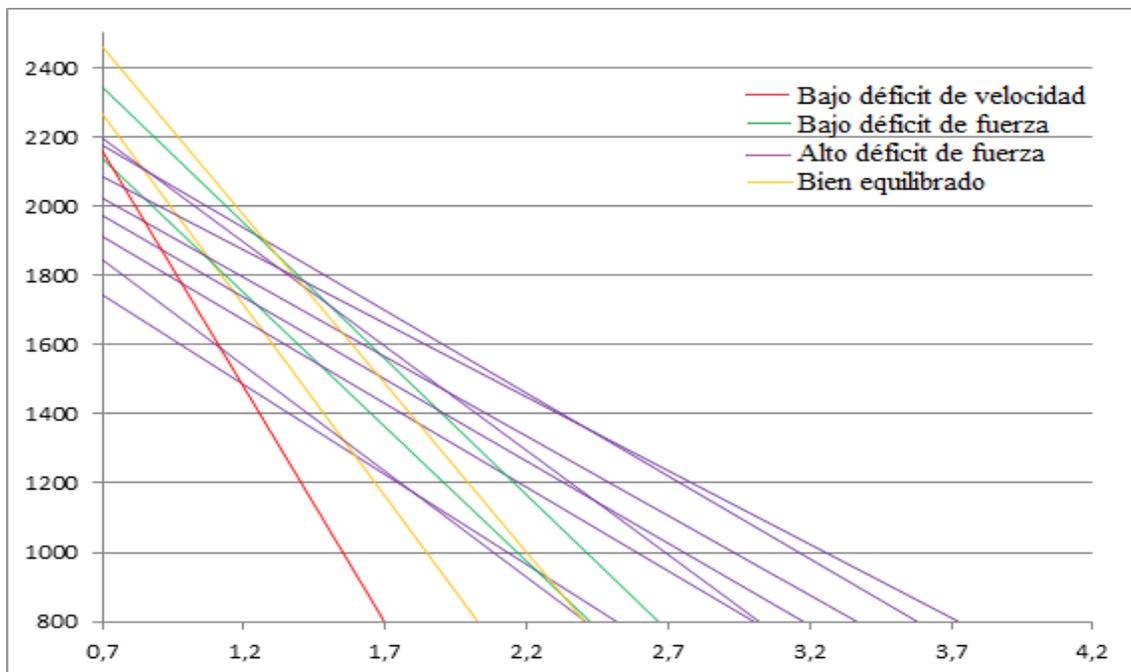
	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv. Desviación
Edad*	13	18	19	18,69	19	,480
Masa Corporal (kg)	13	78,9	103,9	90,892	93,1	8,5120
Longitud extremidades inferiores (m)	13	1,03	1,25	1,1615	1,17	,05998
Posición de 90°- hs (m)	13	,61	,75	,6623	,6600	,04285
hpo (m)	13	,38	,58	,4992	,51	,04941
r <sup>2</sup> *	13	,51	,97	,8062	,84	,14711
r*	13	-,99	-,72	-,8962	-,92	,08656
F0 (N) <sup>#</sup>	13	2107	3136	2590,15	2511	356,606
F0 (N/kg) <sup>**</sup>	13	24,2	39,8	28,715	27,6	4,8826
Sfv (N*s/m)*	13	-1383	-420	-697,54	-594	296,630
Sfv (N*s/m/kg) <sup>**</sup>	13	-17,53	-4,32	-7,8100	-6,41	3,73028
V0 (m/s)	13	2,27	5,66	4,0838	4,06	1,02010
Pmáx (W)	13	1779	3363	2582,15	2616	484,822
Pmáx (W/kg)	13	21,2	35,4	28,385	28,1	4,4990
Sfvópt (N*s/m/kg)*	13	-14,4	-12,0	-12,646	-12,4	,6424
Altura máx de salto (cm) - Carga 0kg	13	33,26	53,15	41,4385	40,54	5,58294
Pmáx Salto Carga 0 kg (W)	13	1723	2688	2328,92	2389	309,803
FVimb (%) <sup>**</sup>	13	35	136	61,92	51	29,909
Desviación del 100%*	13	4	65	43,62	49	20,110
N válido (por lista)	13					

\*Estas variables no tuvieron un comportamiento normal en la prueba estadística Shapiro-Wilk.

<sup>#</sup>Estas variables no tuvieron un comportamiento homogéneo en la prueba estadística de Levene.

A partir de los datos obtenidos se realizó el perfil individual de cada atleta (Anexo 7) y se dividió el perfil actual según el desequilibrio (Figura 3). De los 13 jugadores evaluados, 12 presentaron un desequilibrio de fuerza, mientras que solamente uno presentó un desequilibrio de velocidad. A su vez, 8 de los jugadores presentaron un alto déficit de fuerza (35%, 37%, 41%, 43%, 43%, 46%, 51% y 52%), 2 un bajo déficit de fuerza (64% y 66%), 2 estuvieron bien equilibrados (95% y 96%) y 1 mostró un bajo déficit de velocidad (136%).

El jugador que presentó el perfil mejor equilibrado (96%) fue también el que registró el mejor salto sin carga (53,15 cm). A su vez, el jugador que tuvo el peor rendimiento en salto sin carga (33,26 cm) presentó un alto déficit de fuerza (52%).



**Figura 3. Perfiles F-v actuales según desequilibrio**

Se encontraron correlaciones significativas entre la potencia máxima absoluta con la posición inicial de 90° ( $r=.644$ ;  $p=.018$ ) y con la altura máxima del salto con 0 kg ( $r=.585$ ;  $p=.036$ ). A su vez, también se encontraron correlaciones significativas entre la potencia máxima relativa con la altura máxima del salto con 0 kg ( $r=.740$ ;  $p=.004$ ).

Por otra parte, se encontraron correlaciones significativas entre la potencia máxima del salto con carga 0 con la altura del salto con carga 0 ( $r=.762$ ;  $p=.002$ ).

También se encontró una relación negativa entre el FVimb con la Pmax absoluta ( $r=-.831$ ;  $p=.000$ ) y con la Pmax relativa ( $r=-.759$ ;  $p=.003$ ).

## 4.2 Análisis de los perfiles según posición

A partir de la división de la muestra según la posición (1=Forwards, 2=Backs) y un análisis descriptivo de la misma (Tabla 3), se obtuvieron los siguientes datos. Los forwards presentaron una edad promedio de  $18,8\pm 0,5$  años y una masa corporal de  $96,1\pm 6,3$  kg, mientras que los backs mostraron una edad media de  $18,6\pm 0,5$  años y una masa corporal de  $82,6\pm 2,8$  kg.

En relación a la potencia máxima absoluta los forwards alcanzaron mayores valores, siendo la media de  $2662\pm 492$  W, mientras que el promedio de los backs fue de  $2455\pm 498$  W. Sin embargo, la potencia en términos relativos fue mayor en los backs, mostrando un valor de  $29,6\pm 5,1$  W/kg, a diferencia de los forwards quienes tuvieron una media de  $27,7\pm 4,2$ . A su vez, los backs también presentaron valores superiores en F0 tanto en términos absolutos como relativos, siendo la media de  $2600\pm 487$  N y  $31,6\pm 6,6$  N/kg respectivamente, mientras que los forwards tuvieron un promedio de  $2584\pm 287$  N y  $26,9\pm 2,5$  N/kg. Por otra parte, los forwards presentaron una  $V_0$  promedio de  $4,18\pm 0,98$  m/s y los backs de  $3,92\pm 1,18$  m/s.

Se encontraron diferencias significativas entre forwards y backs únicamente en la masa corporal ( $p=0,001$ ) (Figura 4), no obstante no se encontraron diferencias significativas en las demás variables.

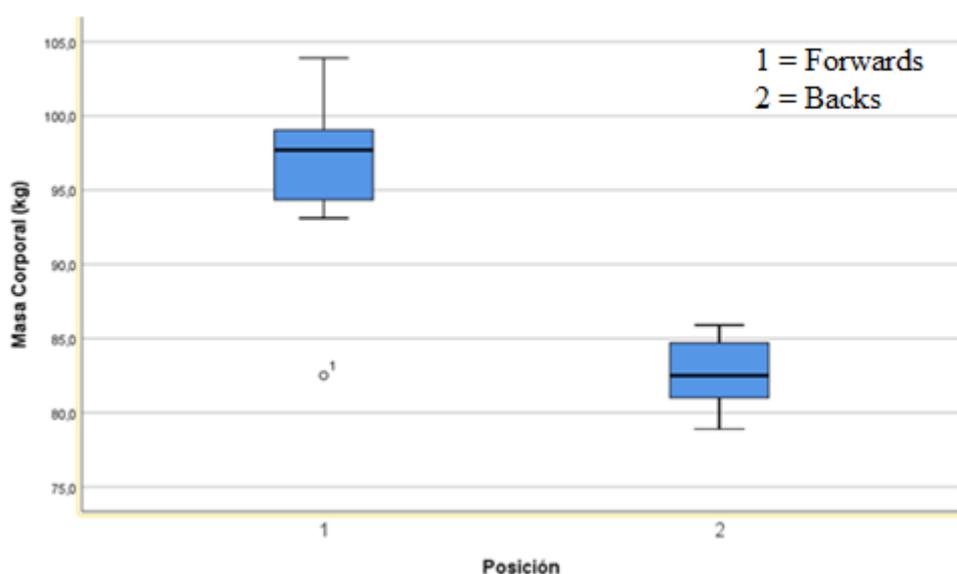


Figura 4. Masa corporal según posición

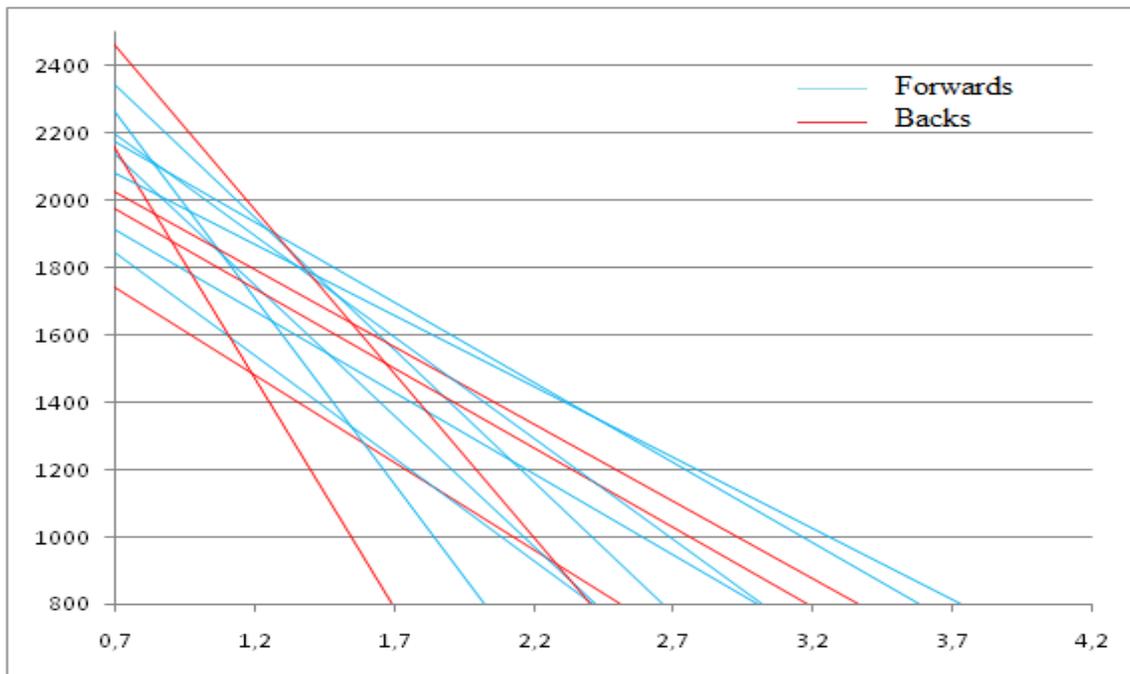
**Tabla 3. Descripción de la muestra según posición**

	Posición 1-2	N	Media	Mediana	Desv. Desviación
<b>Edad*</b>	1	8	18,75	19	,463
	2	5	18,60	19	,548
<b>Masa Corporal (kg)</b>	1	8	96,075	97,7	6,3155
	2	5	82,600	82,5	2,8089
<b>Longitud de extremidades inferiores (m)</b>	1	8	1,1775	1,20	,06882
	2	5	1,1360	1,15	,03435
<b>Posición de 90°- hs (m)*</b>	1	8	,6762	,68	,04627
	2	5	,6400	,66	,02739
<b>hpo (m)</b>	1	8	,5013	,5150	,05939
	2	5	,4960	,5000	,03362
<b>r2</b>	1	8	,7963	,8550	,16953
	2	5	,8220	,8400	,11883
<b>r</b>	1	8	-,8900	-,9250	,10000
	2	5	-,9060	-,9200	,06914
<b>F0 (N)#</b>	1	8	2583,88	2560,50	287,060
	2	5	2600,20	2343,00	486,921
<b>F0 (N/kg)#</b>	1	8	26,912	27,100	2,5188
	2	5	31,600	27,700	6,5966
<b>Sfv (N*s/m)</b>	1	8	-660,63	-605,50	229,534
	2	5	-756,60	-519,00	405,811
<b>Sfv (N*s/m/kg)#</b>	1	8	-6,8925	-6,7650	2,34686
	2	5	-9,2780	-6,4100	5,26584
<b>V0 (m/s)</b>	1	8	4,1838	4,0450	,97908
	2	5	3,9240	4,0600	1,17999
<b>Pmáx (W)</b>	1	8	2661,88	2638	492,333
	2	5	2454,60	2542	497,918
<b>Pmáx (W/kg)</b>	1	8	27,650	27,400	4,2484
	2	5	29,560	30,800	5,1316
<b>Sfvópt (N*s/m/kg)*</b>	1	8	-12,650	-12,350	,7764
	2	5	-12,640	-12,600	,4278
<b>Altura max de salto (cm) - Carga 0kg</b>	1	8	39,8825	40,2500	3,58701
	2	5	43,9280	42,9300	7,64211
<b>Pmáx Salto Carga 0 kg (W)</b>	1	8	2378,50	2415,50	269,385
	2	5	2249,60	2389,00	384,914
<b>FVimb (%)#</b>	1	8	54,75	49,00	19,855
	2	5	73,40	51,00	41,549
<b>Desviación del 100%</b>	1	8	45,25	51,00	19,855
	2	5	41,00	49,00	22,572

\*Estas variables no tuvieron un comportamiento normal en la prueba estadística Shapiro-Wilk.

#Estas variables no tuvieron un comportamiento homogéneo en la prueba estadística de Levene.

De los cinco backs, uno presentó un perfil bien equilibrado (96%), uno un bajo déficit de velocidad (136%) y tres un alto desequilibrio de fuerza (41%, 43% y 51%). Por otra parte, de la muestra de ocho forwards, uno presentó un perfil bien balanceado (95%), cinco un alto desequilibrio de fuerza (35%, 37%, 43%, 46% y 52%) y dos un bajo desequilibrio de fuerza (64% y 66%) (Figura 5).



**Figura 5. Perfiles F-v actuales según posición**

## 5. DISCUSIÓN

El presente estudio se planteó con el objetivo de relacionar los perfiles F-v y los diferentes puestos de los jugadores U20 del seleccionado de rugby uruguayo masculino.

Entre los perfiles divididos por posición no se encontraron diferencias significativas, sin embargo se encontró una clara tendencia general hacia la velocidad con déficit de fuerza, al igual que los hallazgos de Zabaloy et al. (2020a y 2020b). Esto refuta la idea de Jiménez-Reyes et al. (2017), en donde se planteaba que posiblemente los jugadores de rugby iban a tender a un déficit de velocidad. A su vez, se contraponen con Samozino et al. (2013) donde se muestra que cuatro de los seis jugadores de rugby presentaban perfiles orientados a la fuerza, con déficit de velocidad, hallazgos opuestos a los encontrados en este estudio.

Si bien no se encontraron diferencias significativas entre los perfiles según el puesto, sí se encontraron diferentes porcentajes de déficit. Ocho perfiles con un alto desequilibrio de fuerza, dos con un bajo desequilibrio de fuerza, dos bien equilibrados y solamente uno con desequilibrio de velocidad (Anexo 6), por lo cual se sugiere que los entrenamientos de estos deportistas deberían ser diferentes, atendiendo las necesidades de cada uno (Jiménez-Reyes et al., 2017; Jiménez-Reyes et al., 2019 & Zabaloy et al., 2020a).

A partir de estos resultados se logró confirmar la hipótesis planteada de que existen diferencias entre los perfiles F-v en los diferentes jugadores U20 del seleccionado de rugby uruguayo masculino. Sin embargo, la hipótesis propuesta de que los forwards presentan un perfil tendiente a la fuerza y los backs tendiente a la velocidad fue refutada. Por otra parte, se encontraron diferencias significativas en la masa corporal según las posiciones del juego, siendo mayor en forwards que en backs, al igual que Zabaloy et al. (2020b). A su vez, también se evidenció un F0 mayor en backs al igual que los resultados presentados por dichos investigadores, pero a diferencia de ellos no se encontraron diferencias significativas.

Así mismo, en línea con lo presentado por los autores, no se encontraron diferencias significativas en las demás variables analizadas del perfil F-v y también se encontró una tendencia de los perfiles hacia el desequilibrio de fuerza, lo que puede sugerir la existencia de un perfil F-v específico para jugadores de rugby tal como plantean Zabaloy et al. (2020b).

La altura del salto sin carga se relacionó positivamente con la Pmax absoluta y relativa del deportista, así como también con la Pmax de salida sin carga, afirmando lo que señalan varios investigadores (Samozino et al., 2008; Samozino et al. 2012; Samozino et al. 2013 & Zabaloy et al. 2020b).

Por otra parte, se encontró una relación negativa entre el FVimb y la Pmax absoluta y relativa, al igual que en Samozino et al. (2013). Sin embargo, no encontramos relación entre la altura del salto sin carga y el FVimb, al igual que Zabaloy et al. (2020b), 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. Sin embargo, estos investigadores sí evidenciaron relación entre hpo y la altura del salto, a diferencia de los resultados presentados en esta investigación. Por otra parte, los resultados se contraponen a lo presentado por Samozino et al. (2008) quien plantea que la potencia depende de hpo. A su vez, también se opone a lo presentado por Samozino, Morin, Hintzy, & Belli (2010) quienes plantean que hpo influye positivamente en la altura del salto.

Otro de los resultados de este estudio fue que FVimb se correlacionó con Pmax relativa y absoluta, a su vez no encontramos relación con la altura del salto sin carga. Este resultado se encuentra en línea con Zabaloy et al. (2020b) quienes tampoco encontraron relaciones significativas entre FVimb y la altura del salto. Sin embargo, se contraponen con Samozino et al. (2013) quienes no encontraron correlación entre FVimb y Pmax.

Encontramos gran dificultad en la discusión dado que el término Pmax no es el mismo en los diferentes artículos publicados, algunos toman Pmax como aquella potencia de salida con carga cero, mientras que otros toman Pmax como la potencia máxima en términos absolutos o relativos del perfil del deportista.

A su vez, tuvimos el mismo inconveniente con FVimb, algunos investigadores toman el FVimb como el porcentaje que se desvía por encima o debajo del 100% (tomando el 100% como igual a 0% de FVimb), sin embargo otros toman valores ordinales de 0% en adelante, siendo en este caso el 100% igual a 100% y no igual a 0% como en el caso anterior.

## 6. CONCLUSIONES

Podemos afirmar que si bien no se encontraron diferencias significativas entre los perfiles F-v según posición, sí se encontraron diferencias en el porcentaje de desequilibrio de los jugadores. Esto sugiere un entrenamiento específico e individualizado para optimizar el perfil. Este desequilibrio en jugadores de rugby presentó en su gran mayoría una tendencia hacia el déficit de fuerza, lo que podría implicar un perfil específico para este deporte. A su vez, los backs presentaron un mayor F0 que los forwards, mientras que los forwards obtuvieron una masa corporal mayor.

Se reafirma la idea ya conocida que la altura del salto depende principalmente de la Pmax relativa y de la Pmax de salida sin carga, sin embargo aún no está del todo clara la relación entre el FVimb y la altura del salto.

La fortaleza de este trabajo es que la muestra estuvo compuesta por jugadores de selección nacional juvenil. Esto establece un punto de partida para tomar como referencia en futuras investigaciones. A su vez, aporta datos de referencia para alcanzar niveles de selección nacional juvenil en Uruguay, permitiendo compararse con seleccionados de mayor nivel. Por último, aporta guías prácticas de evaluación y entrenamiento para preparadores físicos.

La principal limitación de esta investigación fue el tamaño de la muestra. Esto sucedió debido a la pandemia que estamos viviendo, condicionando la participación de algunos jugadores y la disposición de las instalaciones.

Para futuras investigaciones se propone realizar esta investigación en el seleccionado mayor, así como en categorías femeninas. A su vez se propone la inclusión del perfil F-v horizontal.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Argus, C. K., Gill, N. D., & Keogh, J. W. L. (2012). Characterization of the differences in strength and power between different levels of competition in rugby union athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(10), 2698–2704. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318241382a>
- Arnau Gras, J. (1975). Los diseños experimentales en psicología. *Anuario de Psicología*, 12, 3–52.
- Austin, D., Gabbett, T., & Jenkins, D. (2011). Repeated high-intensity exercise in professional rugby union. *Journal of Sports Sciences*, 29(10), 1105–1112. <https://doi.org/10.1080/02640414.2011.582508>
- Balsalobre-Fernández, C., Glaister, M., & Lockey, R. A. (2015). The validity and reliability of an iPhone app for measuring vertical jump performance. *Journal of sports sciences*, 33(15), 1574-1579.
- Balsalobre-Fernández, C., & Jiménez-Reyes, P. (2014). *Entrenamiento de Fuerza: Nuevas Perspectivas Metodológicas*. España: Carlos Balsalobre Fernández.
- Bogataj, Š., Pajek, M., Andrašić, S., & Trajković, N. (2020). Concurrent Validity and Reliability of My Jump 2 App for Measuring Vertical Jump Height in Recreationally Active Adults. *Applied Sciences*, 10(11), 3805.
- Bosco, C., & Komi, P. V. (1979). Potentiation of the mechanical behavior of the human skeletal muscle through prestretching. *Acta Physiologica Scandinavica*, 106(4), 467-472.
- Buchheit, M., Spencer, M., & Ahmaidi, S. (2010). Reliability, usefulness, and validity of a repeated sprint and jump ability test. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 5(1), 3-17.
- Castagna, C., Ganzetti, M., Ditroilo, M., Giovannelli, M., Rocchetti, A., & Manzi, V. (2013). Concurrent validity of vertical jump performance assessment systems. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(3), 761-768.
- Coughlan, G. F., Green, B. S., Pook, P. T., Toolan, E., & O'Connor, S. P. (2011). Physical game demands in Elite Rugby Union: A global positioning system analysis and possible implications for rehabilitation. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 41(8), 600–605. <https://doi.org/10.2519/jospt.2011.3508>

- Cunningham, D., Shearer, D. A., Drawer, S., Eager, R., Taylor, N., Cook, C., & Kilduff, L. P. (2016). Movement demands of elite U20 international rugby union players. *PLoS ONE*, *11*(4), 4–6. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0153275>
- French, D. (2018). Técnicas avanzadas de potencia. En NSCA, & D. Domingo (Ed.), *El desarrollo de la potencia. Ejercicios, programas y protocolos*. (pp. 199-224). Madrid, España: Ediciones Tutor S.A.
- Gallardo-Fuentes, F., Gallardo-Fuentes, J., Ramírez-Campillo, R., Balsalobre-Fernández, C., Martínez, C., Caniuqueo, A., Cañas, R., Banzer, W., Loturco, I., Nakamura, F. Y., & Izquierdo, M. (2016). Intersession and intrasession reliability and validity of the my jump app for measuring different jump actions in trained male and female athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *30*(7), 2049–2056. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001304>
- García-López, J., Morante, J. C., Ogueta-Alday, A., & Rodríguez-Marroyo, J. A. (2013). The type of mat (contact vs. photocell) affects vertical jump height estimated from flight time. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *27*(4), 1162–1167. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31826520d7>
- González Badillo, J. J., & Gorostiaga Ayestarán, E. (2002). *Fundamentos del entrenamiento de la fuerza. Aplicación al alto rendimiento*. Barcelona: Inde.
- González Badillo, J. J., & Ribas Serna, J. (2002). *Bases de la programación del entrenamiento de fuerza*. Barcelona: Inde.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*. México, D.F.: McGraw-Hill.
- 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>
- Jiménez-Reyes, P., Samozino, P., & Morin, J. B. (2019). Optimized training for jumping performance using the force-velocity imbalance: Individual adaptation kinetics. *PLoS ONE*, *14*(5), 1–20. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0216681>
- Laursen, P. & Buchheit, M. (2019). *Science and Application of High-Intensity Interval Training*. Illinois, USA: Human Kinetics.
- McBride, J. (2018). Naturaleza de la potencia. En NSCA, & D. Domingo (Ed.), *El desarrollo de la potencia. Ejercicios, programas y protocolos*. (pp. 11-24). Madrid, España: Ediciones Tutor S.A.

- McGuigan, M. (2018). Entrenamiento de la potencia para deportes de equipo. En NSCA, & D. Domingo (Ed.), *El desarrollo de la potencia. Ejercicios, programas y protocolos*. (pp. 227-235). Madrid, España: Ediciones Tutor S.A.
- 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>
- Samozino, P., Edouard, P., Sangnier, S., Brughelli, M., Gimenez, P., & Morin, J. B. (2013). 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>
- 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>
- Samozino, P., Morin, J. B., Hintzy, F., & Belli, A. (2010). Jumping ability: A theoretical integrative approach. *Journal of Theoretical Biology*, *264*(1), 11–18. <https://doi.org/10.1016/j.jtbi.2010.01.021>
- 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>
- Siff, M. C. & Verkhoshansky, Y. (2004). *Superentrenamiento*. España, Barcelona: Editorial Paidotribo.
- Vasconcelos Raposo, A. (2005). *Planificación y organización del entrenamiento deportivo*. España, Barcelona Editorial Paidotribo.
- WADA. (2020). *Prohibited List*. Montreal, Canadá. Recuperado de: <https://www.wada-ama.org/en/resources/science-medicine/prohibited-list-documents>
- World Rugby. (2015). *Manual para aprender a jugar Rugby*. Dublin, Ireland. Recuperado de: <https://passport.worldrugby.org/index.php?page=beginners&language=es>
- World Rugby. (2020). *Leyes del Juego de Rugby*. Dublin, Ireland. Recuperado de: <https://laws.worldrugby.org/?law=showallbynumbers>

- Yamamoto, H., Takemura, M., Iguchi, J., Tachibana, M., Tsujita, J., & Hojo, T. (2020). In-match physical demands on elite Japanese rugby union players using a global positioning system. *BMJ Open Sport and Exercise Medicine*, 6(1), 1–10. <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2019-000659>
- Zabaloy, S., Pareja-Blanco, F., Giráldez, J. C., Rasmussen, J. I., & Gálvez González, J. (2020a). Effects of individualized training programs based on the force-velocity imbalance on physical performance in rugby players. *Isokinetics and Exercise Science*, 1, 1–10. <https://doi.org/10.3233/ies-192196>
- Zabaloy, S., Pareja-Blanco, F., Carlos-Vivas, J., & Gálvez González, J. (2020b). Determinant factors of physical performance in rugby specific playing positions. *Science & Sports*. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2020.06.011>

## **8. ANEXOS**

# Anexo 1





## **Anexo 2: Entrada en calor**

Se realizó una entrada en calor de diez minutos, en donde se comenzó con ejercicios de movilidad de las siguientes articulaciones: tobillo, cadera, columna torácica y hombro. De cada uno de los ejercicios se efectuaron dos series de 15 repeticiones. Los movimientos seleccionados fueron: flexo-extensión y abducción-aducción de cadera, dorsiflexión de tobillo, extensión y rotación de la columna torácica, flexoextensión y circunducción de hombros.

A continuación se ejecutaron tres series de cinco repeticiones de sentadilla sin carga, con una pausa de un minuto entre series. Por último se realizaron dos series de tres saltos submáximos, sin contramovimiento a 90 grados, para hacer hincapié en la técnica utilizada posteriormente, siendo la pausa de un minuto.





Anexo 3: SJ sin carga



Anexo 4: SJ con carga





**Anexo 5: Estudio piloto**





## Anexo 6: Perfiles individuales

