



Universidad de la República
Centro Universitario Regional Este, sede Maldonado
Instituto Superior de Educación Física
Licenciatura en Educación Física
Tesina

**Perfil aceleración-velocidad de las jugadoras de handball femenino en
Uruguay: estudio piloto**

Kevin DE LEÓN

Joaquina IFRAN

Héctor SOSA

Tutor: Andrés GONZÁLEZ
Rendimiento Deportivo y Entrenamiento

Maldonado, Noviembre 2025

Índice

Glosario.....	2
1. Resumen.....	3
2. Introducción.....	4
3. Marco Teórico.....	7
3.1. Handball, Deporte colectivo.....	7
3.2. Capacidades físicas.....	8
3.2.1. Velocidad.....	8
3.2.2. Aceleración.....	8
3.2.3. Fuerza.....	10
3.3. Perfil Fuerza-Velocidad Perfil Potencia-Velocidad.....	11
3.4. Perfil Aceleración-Velocidad.....	12
4. Antecedentes.....	14
5. Metodología.....	16
6. Muestra.....	17
6.1. Procedimiento.....	17
6.2. Instrumentos.....	18
7. Resultados.....	19
8. Discusión.....	24
9. Conclusión.....	28
10. Aplicaciones prácticas.....	30
11. Bibliografía.....	31
12. Anexo.....	35

Glosario

Acc: Aceleración

V: Velocidad

V_0 : Velocidad teórica máxima

A_0 : Aceleración teórica máxima

Perfil AV: Perfil aceleración–velocidad

Perfil FV: Perfil fuerza–velocidad

P: Potencia

F: Fuerza

Fr: Fuerza relativa

FH: Fuerza horizontal

Pmax: Potencia máxima

GPS: Sistema de posicionamiento global

Vmax: Velocidad máxima

AccMax: Aceleración máxima

IHF: International Handball Federation

In situ: En contexto real / en juego

Desequilibrio fuerza-velocidad: FVimb

1. Resumen

Este estudio tuvo como objetivo principal la elaboración de los perfiles Aceleración-Velocidad de las jugadoras de la Selección Uruguaya Femenina de Handball. Los objetivos específicos fueron analizar y comparar los perfiles in situ (entrenamiento) con un test lineal de treinta metros, estudiando a su vez las diferencias según la posición de juego. Como instrumento de medición se utilizaron diez dispositivos GPS Catapult V7. La muestra estuvo compuesta por diez jugadoras (tres pivotes, cinco laterales, una central y una punta) con una media de edad $26,1 \pm 4,1$, de altura de $168,5 \text{ cm} \pm 5,4 \text{ cm}$ y de peso $68,3 \pm 5,6 \text{ kg}$. En la toma de datos, las jugadoras realizaron el test lineal individualmente, continuando posteriormente con el entrenamiento, de donde se tomaron los datos en contexto real. Los resultados mostraron que tanto la Acc como la V alcanzaron valores superiores en el test que durante el entrenamiento. Las jugadoras presentaron como media, una disminución del 14,8% en la V y del 18,4% en la Acc. En cuanto al análisis por posición, las jugadoras laterales fueron las que alcanzaron la Vmax más elevada, superando a las pivotes en un 8,5 % y a la punta en un 1,3 %. Respecto a la Acc, las laterales presentaron un valor prácticamente igual al de las pivotes (+ 0,25 %) y levemente inferior al de la punta (- 0,5 %). Se concluye que los perfiles de AccMax y Vmax medidos mediante el test lineal de treinta metros ofrecen valores significativamente superiores a los registrados durante el entrenamiento real, lo que indica que dicho test no representa con fidelidad el rendimiento en contexto de juego.

Palabras clave: Handball, perfil aceleración-velocidad, aceleración, velocidad, GPS.

2. Introducción

El perfil Aceleración-Velocidad (AV) es una herramienta utilizada para evaluar las capacidades de aceleración (Acc) y velocidad (V) de los deportistas, mediante recopilaciones de datos durante entrenamientos o partidos a través de sistemas de seguimiento como el Sistema de Posicionamiento Global (GPS). A través de los datos recogidos, es posible graficar la relación entre Acc y V, donde generalmente se muestra una tendencia lineal, a medida que la Acc disminuye, la V aumenta. (Morin et al., 2021). Este perfil representa la aceleración y la velocidad de los jugadores, dichas capacidades se caracterizan por una demanda metabólica anaeróbica aláctica. Esta vía metabólica resulta de gran interés en la ejecución de esfuerzos breves y de intensidad muy elevada (Rodríguez et al., 2015), ya que utiliza como fuente de energía los fosfágenos, lo que permite generar energía de forma rápida pero durante un período de tiempo muy breve. Para elaborar un perfil válido, es necesario cubrir todo el espectro de datos dentro del intervalo temporal deseado (Morin et al., 2021).

El perfil AV ha sido evaluado mediante pruebas lineales realizadas en condiciones controladas y con tecnologías de laboratorio o campo (Samozino et al., 2016; Jiménez-Reyes et al., 2018). Si bien estos protocolos permiten obtener información valiosa sobre las capacidades físicas de los deportistas, no siempre reflejan con precisión las demandas específicas del entorno competitivo, donde la Acc rara vez se produce desde reposo absoluto o en línea recta (Morin et al., 2019). En este sentido, el análisis in situ del perfil AV mediante tecnologías de seguimiento como el GPS, ofrece una alternativa contextualizada. Los dispositivos GPS permiten registrar datos de forma pasiva, no invasiva y continua, lo que posibilita interpretar el comportamiento de los deportistas en situaciones reales de competencia o entrenamiento (Malone et al., 2017; Cummins et al., 2013).

El análisis del perfil AV in situ constituye una herramienta que permite interpretar la capacidad de Acc de un deportista a partir de su comportamiento en contextos reales. Esta aproximación no solo aporta a una mayor especificidad en la evaluación, sino que también permite monitorear el estado físico de forma continua y sin necesidad de aplicar pruebas específicas, lo que resulta beneficioso para la planificación y el seguimiento en el alto rendimiento (Morin et al., 2019; Taylor et al., 2017). Esta metodología adquiere especial relevancia en deportes colectivos de naturaleza intermitente, en los que las aceleraciones breves y repetidas determinan en gran medida el rendimiento.

Este es el caso del handball, disciplina caracterizada por su elevada demanda física. La dinámica del juego exige que los jugadores realicen sprints cortos, cambios de dirección, desaceleraciones, saltos y desplazamientos defensivos y ofensivos en espacios reducidos, además de someterse a una alta carga cognitiva (Michalsik & Aagaard, 2015). En este contexto, la capacidad de Acc resulta determinante, puesto que influye directamente en la eficacia del desplazamiento y la transición entre las fases de juego (Chelly et al., 2011).

Durante la competencia existen variables condicionales tales como duración del partido, la exigencia del rival, la localía, entre otras, y comprender cómo se manifiesta la Acc en condiciones reales de juego resulta esencial para interpretar con precisión el rendimiento físico de las jugadoras de handball (Lago-Peñas et al., 2013). Por ello, el análisis del perfil AV in situ representa una herramienta de evaluación altamente específica y útil en contexto competitivo, aportando información clave para la planificación, el control del entrenamiento y el monitoreo del estado físico en deportistas de alto rendimiento.

A pesar del crecimiento tangible que representa actualmente el handball femenino a nivel competitivo, los estudios científicos sobre las demandas físicas y las características cinemáticas específicas resultan escasos, especialmente en contextos reales de competición. La mayoría de las investigaciones disponibles se centran en el rendimiento masculino. Esta situación debilita la comprensión del comportamiento de variables como la V y la Acc en situaciones de juego real.

En consecuencia, el incremento del conocimiento en este ámbito podría mejorar el diseño de entrenamientos específicos, con el fin de aumentar el rendimiento, así como facilitar la toma de decisiones durante la planificación de los entrenamientos basadas en evidencia por parte de entrenadores y preparadores físicos. Por lo tanto, surge la necesidad de estudiar el perfil AV en jugadoras de handball dentro de contextos de juego real, con el objetivo de caracterizar su rendimiento desde una perspectiva objetiva y contextualizada.

A partir de esto, surgen las siguientes preguntas de investigación: ¿De qué manera se manifiesta el perfil AV en jugadoras de handball durante el entrenamiento en comparación con pruebas controladas?

¿Qué diferencias existen en los perfiles AV entre jugadoras de diferentes posiciones durante la competencia?

Objetivo General: Analizar el perfil AV en jugadoras de la Selección Uruguay Femenina de Handball.

Objetivos específicos:

- Construir los perfiles individuales AV a partir de los datos in situ, identificando los parámetros A_0 y V_0 .
- Comparar el perfil AV y el perfil AV in situ.
- Comparar las diferencias de perfiles entre posiciones.

3. Marco Teórico

3.1. Handball, Deporte colectivo

El handball es un deporte colectivo sociomotor de cooperación-oposición que se desarrolla en un espacio compartido, caracterizado por la interacción constante entre jugadores dentro de un mismo espacio, la necesidad simultánea de colaborar con compañeros y enfrentar al adversario, y la marcada influencia de factores tácticos y estratégicos (Acero y Lago, 2005). Esta disciplina presenta una estructura motriz intermitente en la que se alternan acciones de alta intensidad como sprints, cambios de dirección, saltos, tiros, entre otros, con fases de recuperación activas y pasivas. La alternancia de esfuerzos y la interacción entre compañeros y oponentes propias del juego exigen una toma de decisiones continuas, rápida y adaptable según el contexto situacional. El rendimiento en este tipo de deportes depende tanto de las capacidades individuales como del trabajo colectivo, y está influenciado por factores contextuales, como el resultado, el tiempo de juego y el comportamiento del rival (Acero y Lago, 2005).

Según la regulación de la International Handball Federation (IHF) la cancha o campo de juego tiene cuarenta metros de largo y veinte metros de ancho. El área del golero mide seis metros de largo, está delimitada de modo que sólo él puede permanecer dentro. Se juegan dos tiempos de treinta minutos, con un descanso de diez minutos entre ambos.

Desde un enfoque funcional, el handball implica un conjunto de acciones motrices estratégicas y técnicas, desarrolladas en ciclos ofensivos y defensivos, que requieren rapidez y eficacia en desplazamientos, aceleraciones y desaceleraciones, cambios de dirección constantes y producción de potencia (P) en cortos periodos de alta intensidad. Los jugadores deben alternar tareas de cooperación (pases, desmarques, bloqueos) y oposición (intercepciones, marcajes, repliegues) dentro de un entorno impredecible y variable. Las acciones que se desarrollan en el juego responden a demandas técnicas y tácticas que varían según la posición, la fase de juego y las intenciones estratégicas de los equipos.

Por otro lado, García-Sánchez et al. (2024) mencionan que los factores contextuales como el tiempo de partido, el nivel del rival, el rol de la jugadora, y la posición, constituyen condiciones externas al rendimiento físico puro, que influyen de manera significativa sobre la carga externa (distancia, aceleraciones y velocidad) que afrontan las jugadoras durante un

partido. Por esta razón el análisis del perfil AV in situ adquiere relevancia al reflejar el comportamiento real de los deportistas dentro del marco de las situaciones reales del deporte.

3.2. Capacidades físicas

3.2.1. Velocidad

En física, la V define la relación entre la distancia recorrida por un objeto y el tiempo empleado, es decir, cuánto se desplaza por unidad de tiempo. Como magnitud física, su unidad estándar en el Sistema Internacional es el metro por segundo (m/s), aunque frecuentemente se emplean otras unidades como kilómetros por hora (km/h).

Fórmula

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

\bar{v} = velocidad media
 Δx = desplazamiento
 Δt = cambio en el tiempo

Según García Manso y Cols (1998) la V se define como la capacidad que tiene un sujeto para realizar acciones motoras en el menor tiempo y con mayor eficacia posible. Esta capacidad está condicionada a su vez por otras capacidades físicas (F, resistencia y movilidad). Si bien existen varios tipos de V (V de reacción, V de acumulación, etc) nos centraremos en la V de Acc que plantea Grosser et al., (1998) como la capacidad de llegar a la máxima V en el menor tiempo posible. En este contexto, la F explosiva desempeña un papel esencial, caracterizada por la capacidad del sistema neuromuscular para generar una elevada V de contracción.

3.2.2. Aceleración

La Acc es la magnitud física que mide la tasa de variación de la V con respecto del tiempo, expresada en metros por segundo al cuadrado (m/s²) (Hornillos, 2010). Se entiende también como el cambio de V de un objeto por unidad de tiempo y puede calcularse según la fórmula planteada por Newton (1687).

$$\bar{a} = \frac{v - v_0}{t} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

\bar{a} = aceleración media
 v = velocidad final
 v_0 = velocidad inicial
 t = tiempo transcurrido

En deportes intermitentes de carácter explosivo, la Acc constituye una de las capacidades físicas claves. En este tipo de disciplinas, los desplazamientos cortos a máxima intensidad se repiten de forma constante durante el juego, siendo muchas veces determinante en situaciones como cambios rápidos de dirección, marcajes, recuperaciones defensivas y finalizaciones ofensivas (Chelly et al., 2011).

La Acc depende directamente del potencial anaeróbico aláctico que tenga el deportista. A diferencia de otras cualidades como la Vmax o la resistencia, la Acc está más relacionada con la capacidad de generar fuerza (F) en breves períodos, lo que la convierte en un factor clave en acciones de corta duración y alta exigencia neuromuscular (Spencer et al., 2005). En el handball, los sprints rara vez superan los treinta metros, siendo mucho más frecuente encontrar desplazamientos de entre cinco y veinte metros, realizados con velocidades iniciales variables e iniciados tras una desaceleración o cambio de dirección (Michalsik & Aagaard, 2015).

La naturaleza intermitente y altamente variable del handball dificulta una evaluación precisa del rendimiento físico. Un estudio realizado por Michalsik et al., (2014) con jugadoras élite mediante videoanálisis de partidos y mediciones fisiológicas, se reportó que en promedio, recorren 4002 ± 551 m por partido, con aproximadamente $663,8 \pm 99,7$ cambios de actividad por encuentro, y su V media cercana a 5,3 km/h. Esto revela que, aunque no predominan los sprints prolongados, el juego demanda numerosos micromovimientos como aceleraciones, desaceleraciones, cambios de dirección que contribuyen significativamente a la carga física.

Por otro lado, Luteberget et al., (2017) llevaron a cabo un estudio con unidades de medición inercial en partidos internacionales femeninos para caracterizar los “eventos de alta intensidad”, definidos como la suma de aceleraciones, desaceleraciones y cambios de dirección por encima de un umbral ($> 2,5 \text{ m/s}^2$). Se observó una media de 0,7 aceleraciones por minuto, $2,3 \pm 0,9$ desaceleraciones por minuto y $1,0 \pm 0,4$ cambio de dirección por minuto, además, se hallaron diferencias considerables según la posición de las jugadoras. Estos datos sugieren que la demanda física del partido no es homogénea, la Acc funcional depende del rol táctico que desempeña cada jugadora.

3.2.3. Fuerza

La Segunda ley de Newton establece que la F aplicada sobre un objeto es directamente proporcional a la Acc que éste adquiere, e inversamente proporcional a su masa. Quiere decir que si se le aplica F a un objeto que tiene masa constante, su Acc incrementa, si, por el contrario, la masa del objeto es mayor y la F aplicada es la misma, la Acc será menor.

Según Lopez et al., (2008) desde el punto de vista mecánico, la F muscular se define como la capacidad que tienen los músculos para generar una F externa que modifique la Acc de un cuerpo, permitiendo iniciar o detener un movimiento o modificar su dirección. Esta F externa, al superar la inercia del cuerpo, posibilita su desplazamiento.

Desde una perspectiva fisiológica, Badillo et al., (2002) hacen referencia a la F muscular interna, esta puede interpretarse como la capacidad de los músculos de generar tensión interna al activarse, lo que permite producir contracciones capaces de vencer resistencias, ya sea del propio cuerpo o de un objeto externo.

En conjunción de ambas perspectivas surge un tercer concepto, F aplicada, que es aquella resultante de la acción muscular que, al vencer la inercia y/o resistencia externa, permite acelerar, frenar o modificar el movimiento del cuerpo (Badillo et al., 2002).

$$F = m \cdot a$$

F: Fuerza (Newtons)
m: Masa (Kilogramos)
a: Aceleración (Metros por segundo).

Morin et al., (2011), desarrollaron un experimento en el que doce hombres físicamente activos, efectuaron sprints de ocho segundos sobre una cinta y sprints de 100 mts en pista de atletismo midiendo las fuerzas aplicadas al suelo, específicamente el Índice de fuerzas totales (RF): Fuerzas verticales (FV), horizontales (FH) y totales (Ftot). Sus resultados evidenciaron una relación significativa entre la F horizontal (FH) y la aceleración (Acc) ($p < 0,05$). Esta F se genera durante la fase propulsiva del sprint, es decir, cuando se aplica una FH positiva que impulsa el cuerpo hacia adelante; a mayor es FH, mayor es la Acc . En este sentido, Weyand et al., (2000) sostienen que la FH ejercida en el suelo por unidad de masa corporal constituye un factor determinante en la Acc .

Por otro lado, la capacidad de desacelerar de forma eficaz representa un componente clave del rendimiento en deportes de equipo multidireccionales, ya que permite detener o reducir rápidamente la V antes de ejecutar cambios de dirección, frenadas o sucesivas aceleraciones. En este contexto, la fase de frenado exige una considerable demanda muscular; los músculos extensores de rodilla deben absorber la energía cinética generada por el desplazamiento, mediante contracciones excéntricas controladas. En este sentido, el estudio de Zhang et al., (2021) aporta evidencia empírica de la asociación entre la capacidad de generar F excéntrica en la musculatura que rodea la articulación de la rodilla y la eficiencia para desacelerar. Esto sugiere que la F excéntrica no solo contribuye a soportar la carga mecánica del frenado, sino que su rapidez de producción es fundamental. Por ende, dicha F es un componente clave para optimizar la desaceleración; en consecuencia, contribuye al rendimiento en acciones de detección rápida, cambios de dirección y paradas abruptas. En deportes como el handball, potenciar la F excéntrica de los extensores de rodilla podría favorecer una mayor F de frenado, una desaceleración más eficaz y un mejor control articular.

Finalmente, resulta pertinente considerar la noción de fuerza relativa (Fr), entendida como la capacidad de producir fuerza en relación con el peso corporal del deportista. Según Zatsiorsky y Kraemer (2006), este indicador es determinante en aquellas acciones en las que el atleta debe desplazar su propio cuerpo, como aceleraciones, desaceleraciones, saltos, o cambios de dirección. En deportes intermitentes como el handball, una mayor Fr se asocia con una mejor capacidad para generar impulsos rápidos y eficientes en espacios reducidos, favoreciendo las transiciones ofensivas y defensivas. Por tanto, la Fr complementa a la fuerza absoluta y constituye un componente clave para interpretar el rendimiento físico de las jugadoras dentro del contexto del juego.

3.3. Perfil Fuerza-Velocidad Perfil Potencia-Velocidad

El perfil AV se fundamenta a partir del perfil Fuerza-Velocidad (FV), desarrollado para evaluar la relación entre la producción de fuerza horizontal (FH) y la velocidad alcanzada durante un sprint. Este modelo adquiere relevancia principalmente porque permite describir cómo un deportista aplica fuerza en el plano horizontal durante acciones de aceleración y desplazamiento, aspecto clave en deportes intermitentes.

A través del análisis del perfil FV es posible determinar la capacidad de un deportista para generar fuerza y potencia, así como la eficiencia con la que aplica dichas fuerzas en el eje horizontal. Morin y Samozino (2016), afirman que la comprensión de estas relaciones mecánicas es fundamental para optimizar el rendimiento en tareas de aceleración y para orientar adecuadamente el entrenamiento físico.

Estudios comparativos han demostrado que, luego de una lesión en la musculatura isquiotibial, los valores del perfil FV presentan alteraciones significativas en la capacidad de producir fuerza horizontal. En varios casos, dichos valores aumentan conforme avanza la rehabilitación. Por ejemplo, investigaciones como la de Mendiguchia et al. (2016) en atletas con desgarros isquiotibiales han observado reducciones en la FH neta al volver al deporte, con incrementos posteriores tras el proceso de recuperación. El perfil FV en este sentido también se constituye como una herramienta útil dentro del entrenamiento, ya que permite monitorear la evolución de la capacidad de aceleración, detectar déficits específicos (de fuerza o velocidad) y orientar el trabajo hacia adaptaciones mecánicas más eficaces.

El perfil FV constituye una herramienta fundamental para la evaluación de las cualidades mecánicas del sistema neuromuscular, basándose en la relación entre la fuerza externa aplicada por un deportista y la velocidad de desplazamiento que resulta de dicha aplicación. Este perfil se construye a partir de la cuantificación de la producción de fuerza a diferentes velocidades de ejecución, lo que permite estimar variables claves como la fuerza horizontal máxima teórica (F_0), correspondiente a la fuerza máxima donde la velocidad es igual a cero; la velocidad máxima teórica (V_0), que indica la velocidad máxima donde la fuerza es nula; y la potencia máxima (P_{max}), que representa el punto óptimo en la relación entre la fuerza y la velocidad, donde se genera la mayor potencia (Morin y Samozino 2016).

Este modelo ha sido validado tanto en ejercicios verticales como en desplazamientos horizontales. En el contexto del handball, el perfil FV horizontal resulta particularmente relevante, ya que evalúa la capacidad que tiene el deportista para aplicar fuerza en el plano de desplazamiento (Morin et al. 2019).

El desequilibrio fuerza-velocidad (FVimb) cuantifica la discrepancia entre el perfil FV real de un atleta y un perfil FV "óptimo" teórico, el cual indica cómo el deportista maximiza la producción de potencia para una masa corporal y una trayectoria de empuje específicas. FVimb es la magnitud de la diferencia entre el S_{fv} (pendiente de la relación F-V) y el S_{fvopt}

(pendiente óptima para maximizar la altura de salto), y se expresa en porcentaje. Este parámetro cuantifica si el atleta presenta un "déficit de fuerza" ($FV_{imb} < 100\%$) o un "déficit de velocidad" ($FV_{imb} > 100\%$). Un FV_{imb} elevado sugiere que el atleta posee una mayor capacidad de fuerza en relación con su velocidad, indicando un "déficit de velocidad". En cambio, un FV_{imb} bajo apunta a que el atleta es más veloz, aunque con un "déficit de fuerza" (Morin y Samozino 2016).

Si bien la presente investigación no analiza directamente el perfil FV, se hace necesario introducir dicho concepto, ya que, constituye la base mecánica desde la cual se deriva el perfil Aceleración-Velocidad (AV). Según Morin y Samozino (2016), las capacidades de aceleración dependen de la interacción entre la fuerza horizontal aplicada y la velocidad resultante, por lo que comprender el perfil FV permite interpretar adecuadamente las variables del perfil AV, especialmente F_0 , V_0 y P_{max} . De este modo, el perfil FV actúa como punto de partida conceptual para entender cómo las jugadoras aplican fuerza durante las acciones de aceleración medidas tanto en la prueba lineal como en el entorno in situ de juego.

3.4. Perfil Aceleración-Velocidad

El perfil AV representa la relación funcional entre la Acc y la V. (Samozino et al., 2016). En este caso se describe y analiza la capacidad que tiene un deportista para generar Acc_{Max} y V_{max} que puede alcanzar en un sprint. Para construir este perfil, se requiere de una recopilación de datos de una o varias sesiones de entrenamiento, partidos o tests específicos, utilizando tecnología de seguimiento (GPS) o sistemas de cronometraje con fotocélulas.

A partir de los datos recopilados se determinan dos variables principales. La aceleración máxima teórica (A_0) refleja la capacidad del deportista para generar velocidad desde el reposo y, en términos mecánicos, representa la fuerza aplicada horizontalmente durante la fase inicial del sprint. Cuando A_0 es elevada indica que el jugador puede aumentar la velocidad en pocos segundos, algo determinante en deportes donde los desplazamientos y los cambios de dirección son decisivos.

Por otro lado, se determina la velocidad máxima teórica (V_0), que expresa la velocidad horizontal máxima que puede alcanzar un deportista cuando la aceleración tiende a cero, es decir, cuando ya no se continúa acelerando y la velocidad se estabiliza.

La relación entre estas variables es lineal e inversa, a medida que la V aumenta, la Acc disminuye. A partir de esta comparación se traza una recta que representa el perfil mecánico individual de un deportista. (Morin et al., 2021). A su vez, las aplicaciones del perfil permiten hacer un seguimiento del rendimiento, efectos de la fatiga y la evolución de las lesiones musculares. (Morin et al., 2021).

El cálculo del perfil AV se realiza a partir de los datos de velocidad y aceleración registrados durante sesiones de entrenamiento o competencia. Primero se excluyen los valores de velocidad por debajo de 3 m/s y luego se divide el rango de velocidades desde ese umbral hasta la velocidad máxima individual en subintervalos uniformes. Para cada subintervalo se seleccionan los dos valores máximos de aceleración registrados y, con esos puntos representativos, se ajusta una regresión lineal entre aceleración y velocidad. La intersección de la recta de regresión con el eje de aceleración (eje Y) y con el eje de velocidad (eje X) proporciona, respectivamente, los valores teóricos de aceleración máxima (A_0) y de velocidad máxima (S_0).

4. Antecedentes

Morin et al., (2016) proponen un nuevo test de campo para poder medir las capacidades de F, V y P de cada jugador a través de sprints. Este test permite obtener un perfil FV, herramienta que facilita la individualización de los entrenamientos y la optimización del rendimiento. Durante el sprint se busca maximizar la Acc, considerada uno de los factores claves en deportes de alta intensidad, la cuál está directamente relacionada con la capacidad del individuo de generar FH, evaluada a través de la combinación de la F máxima (F_0), velocidad máxima (V_0) y P máx. El método propuesto por los autores consiste en realizar cinco sprints de cinco, quince, veinte, treinta y cuarenta metros, registrando mediante fotocélulas la V y la F en cada distancia, lo que permite calcular la fuerza horizontal. Este procedimiento, comparado con el método de referencia que utiliza una plataforma de medición de F, muestra correlaciones significativas.

Morin et al., (2021) propusieron un enfoque innovador para evaluar las capacidades de los deportistas en deportes de equipo mediante la construcción de perfiles AV in situ, sin necesidad de aplicar pruebas específicas. Conocido como el método “test without test”, se basa en el análisis de datos de Acc y V obtenidos a través de sistemas de seguimiento durante entrenamientos y situaciones de juego, lo que permite calcular parámetros como A_0 y V_0 . A partir de estos valores se puede representar gráficamente la relación inversa entre Acc y V, facilitando la interpretación del perfil mecánico individual de cada deportista. Cabe destacar que, en deportes colectivos, los desplazamientos se producen desde velocidades iniciales variables, de forma multidireccional y bajo constante influencia táctica y cognitiva, lo que diferencia el análisis de perfiles in situ de los tests en condiciones controladas que parten de un reposo absoluto; el enfoque in situ proporciona una evaluación más precisa de las demandas funcionales del deporte. Los autores señalan que esta herramienta no solo permite caracterizar las capacidades físicas de los atletas, sino también monitorear el estado físico de manera continua, identificar cambios en el rendimiento a lo largo del tiempo y orientar la prescripción del entrenamiento en función de los desequilibrios individuales. Este método se ha aplicado principalmente en fútbol y rugby, en su mayoría en deportistas masculinos, aunque su potencial es igualmente aplicable a otras disciplinas.

Michalsik et. al., (2013) realizaron una evaluación de las demandas físicas que sufren las jugadoras de handball de élite según su posición de juego. Se pudo observar que el handball femenino de élite es un deporte intermitente y físicamente exigente, las jugadoras se

ven expuestas a cargas muy elevadas de trabajo, con un gasto energético aeróbico considerable, con periodos breves pero intensos de producción de energía anaeróbica. Se lograron identificar indicios de fatiga, con una disminución del rendimiento como consecuencia, ya que los sprints de alta intensidad y los niveles de carga de trabajo relativa se vieron disminuidos en la segunda mitad. Hablando de las diferencias posicionales, las puntas recorren mayor distancia, realizan a su vez mayor cantidad de sprints de alta intensidad, y demuestran una mayor capacidad de recuperación intermitente, en comparación con las demás posiciones.

Manchado et al., (2021) presentaron una investigación cuyo fin era analizar las características de desplazamiento según las diferentes posiciones del handball durante la European Championship 2020. Dicha muestra estuvo compuesta por 414 jugadores de los diferentes países participantes de la competición (excluyendo goleros). Los resultados mostraron que, en líneas generales, los jugadores que permanecieron más tiempo en cancha recorrieron mayores distancias y alcanzaron velocidades de carrera superiores durante los ataques en comparación con las acciones defensivas. En lo que respecta a las diferencias según la posición, se observó que los extremos izquierdos cubrieron las mayores distancias totales y acumularon más minutos de juego que sus compañeros. Los centrales presentaron el ritmo de carrera (m/min) más alto de toda la muestra, mientras que los laterales izquierdos fueron los más veloces en situaciones ofensivas.

García-Sánchez et al., (2024) evidencian que los factores contextuales influyen en métricas de carga externa como distancia, aceleraciones, velocidad, y que el rendimiento físico fluctúa a lo largo del partido y que dichas fluctuaciones dependen también del oponente y la posición de la jugadora. Monitorearon trece partidos oficiales utilizando GPS y midieron variables como distancia total, distancia a alta V, aceleraciones y desaceleraciones, tanto en valores absolutos como ajustados por el tiempo de juego. Estos estudios convergen en la idea de que analizar la Acc únicamente mediante pruebas lineales controladas, es insuficiente para comprender el rendimiento real en el handball femenino. En cambio, es necesario incorporar mediciones in situ durante partidos, para captar cómo las jugadoras utilizan su capacidad de acelerar bajo condiciones de fatiga, presión táctica y variabilidad posicional, este enfoque permite obtener una visión más funcional y aplicada del rendimiento.

5. Metodología

Modelo y diseño de la investigación

La investigación se desarrolla a partir de una metodología cuantitativa, de carácter correlacional y descriptivo. Esta se organiza en fases secuenciales que no pueden ser alteradas ni omitidas. Se parte de un problema de estudio, del cual se derivan los objetivos y las preguntas de investigación. A partir de estas se elabora un plan para comprobar o refutar las hipótesis mediante el análisis de los datos obtenidos (Hernández et al., 2014). Las investigaciones descriptivas tienen como propósito detallar de manera precisa el comportamiento de fenómenos, situaciones, contextos o sucesos, procurando definir con exactitud las características y perfiles de personas, grupos o comunidades. Por su parte, los estudios correlacionales buscan analizar la relación existente entre dos o más variables dentro de la muestra o en un contexto específico.

6. Muestra

Las participantes fueron diez jugadoras de la Selección Uruguaya Femenina de Handball. Con una edad media de $26,1 \pm 4,1$ de altura de $168,5 \text{ cm} \pm 5,4 \text{ cm}$ y de peso $68,3 \pm 5,6 \text{ kg}$.

Los criterios de inclusión y exclusión fueron los siguientes:

- Criterios de inclusión: mujeres, mayores de edad, jugadoras de la selección uruguaya de handball, no haber consumido drogas y/o fármacos en las 24 horas previas.
- Criterios de exclusión: deportistas que hayan sufrido una lesión o cualquier tipo de patología que pueda alterar los resultados del test.

Las pruebas se llevaron a cabo en la sede de la Federación Uruguaya de Handball, en una cancha al aire libre, ubicada en el Parque Roosevelt, Av. a la Playa 16, Ciudad de la Costa, Departamento de Canelones. La sesión se realizó el miércoles 20 de julio, en el horario de 20:00 a 21:00 horas, la temperatura registrada durante la actividad fue de $11,4 \text{ }^\circ\text{C}$, con una humedad relativa del 76% y una velocidad del viento de $16,2 \text{ km/h}$.

6.1. Procedimiento

La recolección de datos se estructuró en dos evaluaciones realizadas en la misma instancia. La primera consistió en la aplicación de un test de V de carrera lineal sobre una distancia de treinta metros, ejecutado en un entorno controlado, con el objetivo de obtener mediciones objetivas del rendimiento físico individual. La segunda evaluación se llevó a cabo durante un entrenamiento convencional, lo que permitió registrar el comportamiento de las jugadoras en un contexto real, logrando obtener un análisis más contextualizado y representativo de su desempeño en situaciones de juego. Previo a la aplicación de las pruebas, se informó a las participantes de manera detallada acerca de los objetivos, beneficios y procedimientos del estudio, garantizando su comprensión y participación voluntaria. Una vez recibida la información pertinente, las jugadoras firmaron el consentimiento, en cumplimiento de los principios éticos de la investigación. Posteriormente, se colocaron los dispositivos GPS a cada participante y se realizó un calentamiento destinado a preparar adecuadamente a las jugadoras para la ejecución del test lineal de treinta metros. A continuación, se dio inicio al protocolo de evaluación, en el cual cada jugadora completó tres

repeticiones del test, con un período de recuperación de dos minutos entre cada intento, con el propósito de garantizar una recuperación adecuada y minimizar la fatiga.

Una vez finalizados los test, las jugadoras participaron en un entrenamiento convencional que incluyó un partido interno. Fue durante ese partido que se realizó la recolección de datos in situ, registrando su desempeño en condiciones reales de competencia. De este modo, se captaron variables de Acc y V en un contexto real de juego, lo que permite un análisis representativo del rendimiento en situaciones de práctica real.

El tratamiento y procesamiento de los datos obtenidos en esta investigación se realizó mediante el programa *Microsoft Excel 365*, el cual permitió organizar, tabular y calcular las variables de estudio para su posterior análisis y presentación de resultados.

6.2. Instrumentos

Para el registro de las variables se utilizaron dispositivos GPS Catapult Vector V7 (Figura 1), con una frecuencia de muestreo de 10 Hz. Se emplearon un total de diez dispositivos para registrar los datos durante todas las pruebas realizadas. Este equipamiento permitió captar con precisión los desplazamientos, velocidades y aceleraciones de las jugadoras, constituyendo la base de los análisis posteriores.

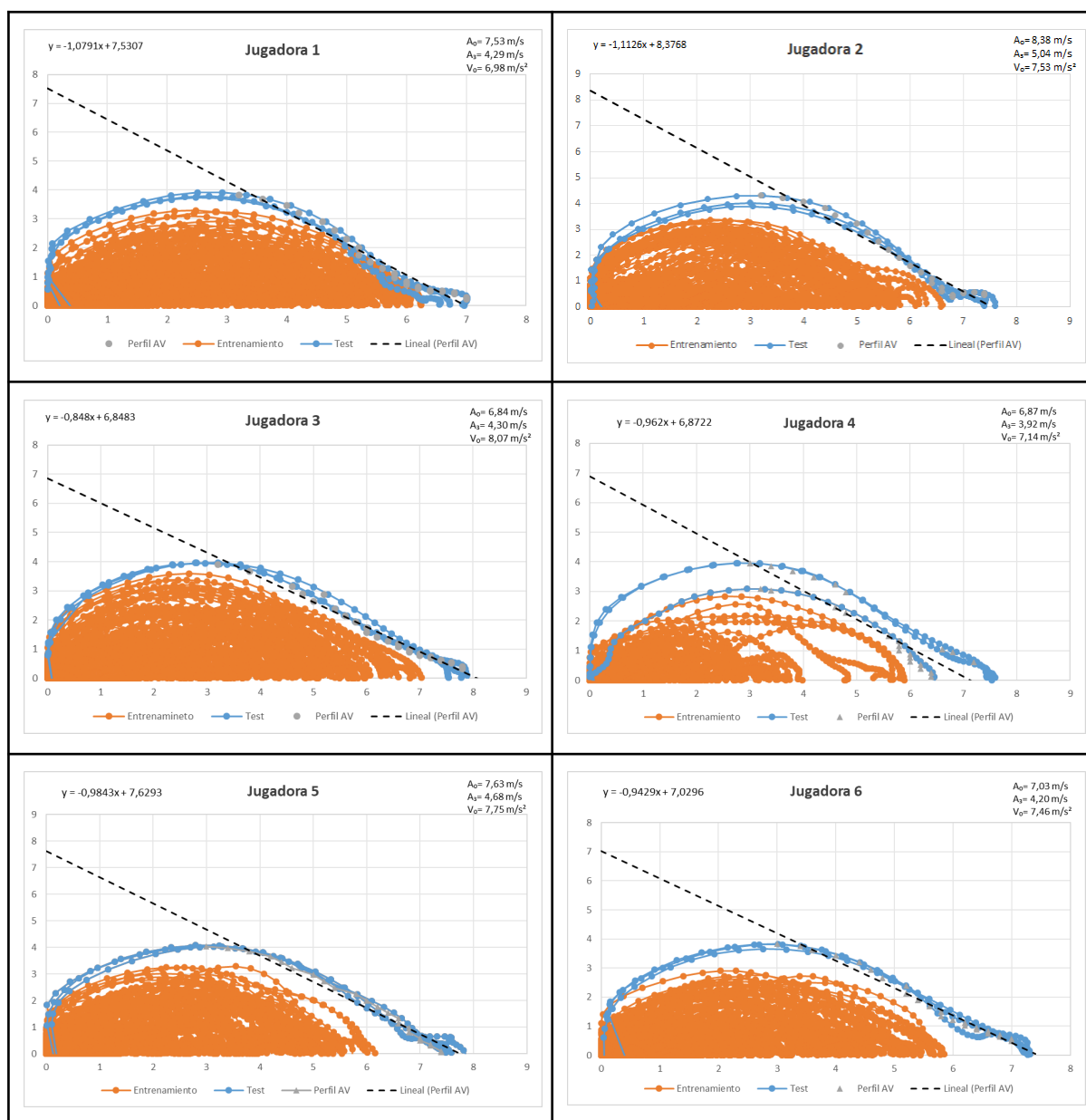
Figura 1. Imagen ilustrativa de un dispositivo GPS y sus accesorios.

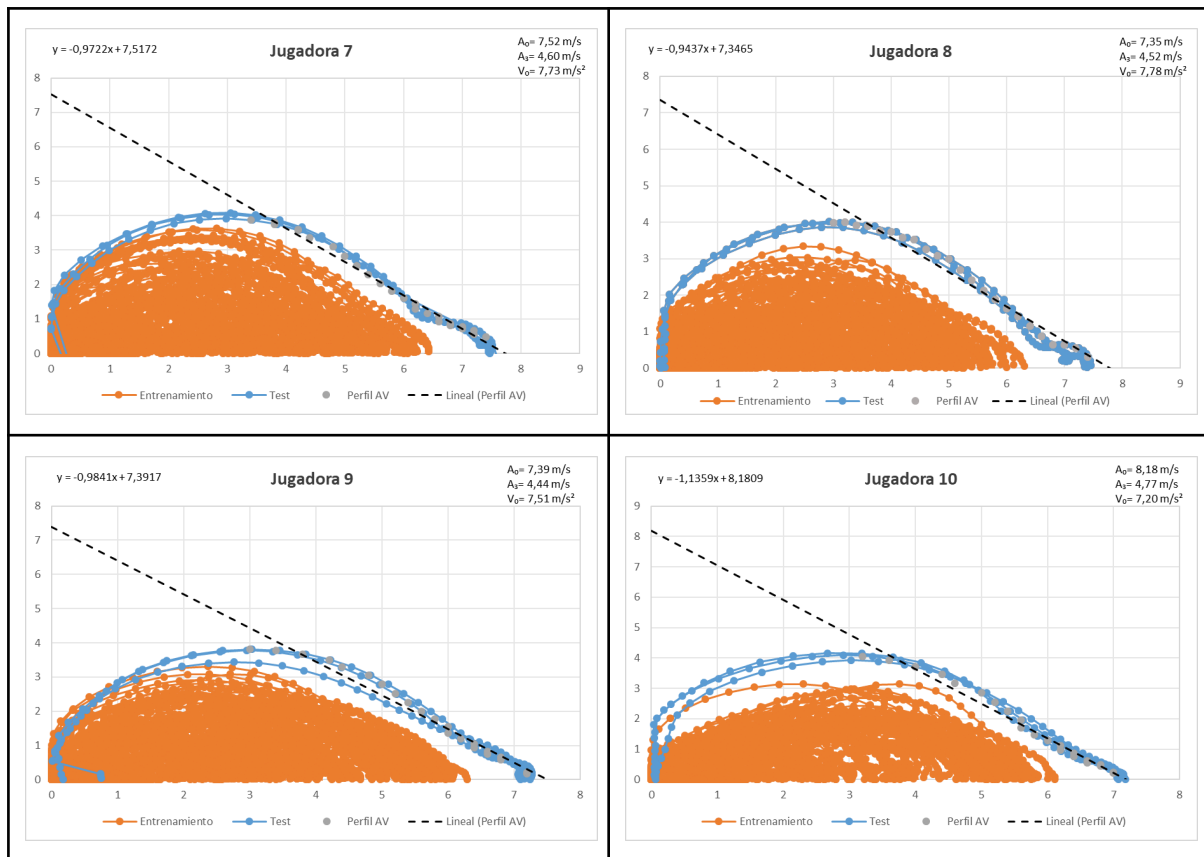


7. Resultados

En la Figura 2 se presentan las gráficas del perfil A-V de cada jugadora, construidas a partir de los datos registrados por los dispositivos GPS. Estas representaciones permiten observar, mediante diagramas de dispersión, la relación entre la Acc y la V en distintos momentos del desplazamiento. Su finalidad es visualizar el comportamiento mecánico individual de cada deportista y evidenciar la tendencia inversa entre ambas variables.

Figura 2. Perfiles A-V de las Jugadoras.





En la tabla 3.1 se presentan los valores descriptivos generales de las variables físicas registradas por GPS. Su objetivo es ofrecer una visión global del rendimiento promedio de las jugadoras.

Tabla 3.1. *Valores de las variables principales.*

Variable	Máximos	Media	Mediana
Velocidad máxima (km/h)	28,5	27,0 ± 1,0	27,1
Velocidad máxima (m/s):	8,0	7,5 ± 0,3	7,5
Aceleración máxima:	4,3	4,1 ± 0,2	4,0
Desaceleración máxima:	-4,4	-3,8 ± 0,4	-3,9
Número de aceleraciones:	50	40 ± 5,0	39
Número de desaceleraciones:	49	36 ± 6,4	35
Distancia total (m):	3942	3425	3529
Distancia 0-15 km/h (m):	3058	2560	2576
Distancia 15-20 km/h (m):	811	649	650

Distancia 20-25 km/h (m):	625	166	164
Distancia > 25 km/h (m):	142	49	53

En la Tabla 3.2 muestran los datos individuales de cada jugadora, detallando Vmax, Acc y desaceleración. Esta información permite comparar el rendimiento específico entre las deportistas.

Tabla 3.2. *Parámetros de velocidad máxima, aceleración y desaceleración por jugadora.*

Nombre	Posición	Vel. máx (km/h)	Vel. máx (m/s)	Acel. máx	Desac. máx	Acel. >2 m/s	Desac. <2 m/s
Jugadora 1	Pivote	25,3	7,0	3,9	-3,9	34	40
Jugadora 2	Central	27,3	7,6	4,3	-4,4	50	40
Jugadora 3	Lateral	28,5	8,0	4,0	-4,2	41	31
Jugadora 4	Lateral	27,6	7,7	4,2	-4,2	38	41
Jugadora 5	Lateral	28,4	7,9	4,2	-3,9	40	34
Jugadora 6	Lateral	26,4	7,3	3,8	-3,1	39	33
Jugadora 7	Punta	27,3	7,6	4,0	-3,9	45	35
Jugadora 8	Lateral	26,8	7,5	4,0	-4,0	33	35
Jugadora 9	Pivote	26,2	7,3	3,9	-3,4	41	49
Jugadora 10	Pivote	26,0	7,2	4,2	-3,2	37	26

En la Tabla 3.3 se indican las distancias recorridas en distintos rangos de V por las jugadoras.

Tabla 3.3. *Distancias recorridas por las jugadoras según rangos de velocidad.*

Nombre	Posición	Dist. total (m)	0–15 km/h (m)	15–20 km/h (m)	20–25 km/h (m)	>25 km/h (m)
Jugadora 1	Pivote	3942	3058	675	198	11
Jugadora 4	Lateral	3693	2870	528	235	60
Jugadora 2	Central	3342	2523	625	143	52
Jugadora 5	Lateral	2891	2254	515	64	58
Jugadora 3	Lateral	3515	2629	564	250	73
Jugadora 6	Lateral	3633	2824	690	72	48
Jugadora 7	Punta	3705	2660	801	185	58
Jugadora 9	Pivote	3542	2381	811	308	43
Jugadora 8	Lateral	3078	2344	588	91	54
Jugadora 10	Pivote	2910	2060	694	118	39

La siguiente tabla sintetiza los promedios por posición, permitiendo identificar diferencias en el comportamiento físico entre laterales, pivotes y puntas. Esta organización facilita el análisis comparativo según el rol táctico dentro del juego.

Tabla 3.4

Posición	Vmax (km/h)	Vmax (m/s)	Acc max (m/s²)	Desacel max (m/s²)	Nº acc	Nº desacel	Dist. total (m)
Lateral	27,5	7.7	4,02	-3,8	38	33	3279
Pivote	25,8	7.1	4,01	-3,5	37	38	3465
Punta	27,3	7.6	4,04	-3,8	45	35	3705

8. **Discusión**

En relación con el objetivo general, los datos mostraron diferencias significativas entre las pruebas de entrenamiento y el test de treinta metros con valores de V_{max} y Acc_{Max} sustancialmente superiores en la prueba lineal. Esta discrepancia permite reflexionar sobre la naturaleza del rendimiento físico en el handball, la validez de las pruebas tradicionales y las implicancias prácticas para la planificación del entrenamiento.

En concordancia con lo señalado en el marco teórico, la prueba lineal constituye un entorno idealizado donde la jugadora puede expresar su capacidad neuromuscular en condiciones óptimas. Representa una situación en la que los deportistas pueden manifestar su capacidad de Acc y V sin restricciones externas, tales como oposición, cambios de dirección, toma de decisiones o límites espaciales de la cancha. En contraste, el entorno competitivo del handball impone condiciones diferentes para la manifestación del rendimiento (Samozino et al., 2021).

Al igual que lo describe Michalsik et al. (2013), las jugadoras recorren, en promedio, entre 3000 y 4000 metros por partido, de los cuales más del 70% corresponde a desplazamientos de intensidad media o baja y solo un pequeño porcentaje a sprints de alta velocidad, generalmente inferiores a veinte metros. En el presente estudio, si bien los valores de distancia total recorrida durante la sesión se ubicaron dentro de ese rango, es importante aclarar que no se trató de un partido oficial, sino de un entrenamiento con formato de juego. Aunque la carga externa resultó similar en términos de distancia total, el contexto de entrenamiento difiere del competitivo en varios aspectos: la intensidad táctica, la exigencia situacional, la presión del rival, y la variabilidad del juego real. Estas diferencias pueden influir tanto en la velocidad alcanzada como en la duración efectiva de los sprints. Por ello, la velocidad registrada por GPS en esta sesión debe interpretarse como una velocidad condicionada por un contexto no competitivo, distinta de la velocidad pura obtenida en una prueba lineal, siguiendo lo planteado por Lago-Peñas et al. (2013).

La misma lógica se aplica a la Acc_{Max} . Aunque la prueba lineal de treinta metros permite un desarrollo progresivo y sostenido de la Acc , el entorno del handball exige aceleraciones cortas, explosivas y multidireccionales, en las que la orientación de la F cambia constantemente (Morin y Samozino, 2016). Esto implica que, aunque los valores absolutos de Acc sean menores en el juego, la demanda neuromuscular relativa es considerablemente

mayor, ya que las jugadoras deben producir F de manera rápida en situaciones de desequilibrio, bajo oposición y con elevada carga excéntrica (Lago-Peñas et al., 2013). De esta manera, las menores aceleraciones registradas in situ no reflejan un déficit de rendimiento, sino la complejidad biomecánica del movimiento en contexto competitivo. En consecuencia poseer un alto V_0 o A_0 no garantiza por sí solo un mejor rendimiento si el perfil no está adaptado a la distancia o contexto del sprint.

Los datos de esta investigación permitieron matizar ese planteamiento: durante los datos in situ mostrados en la tabla 3.1, y coincidiendo con el estudio de Michalsik et al. (2013). Desde una perspectiva mecánica, las media de valores registrados de V_{max} ($26,96 \text{ km/h} \pm 1,02 \text{ km/h}$) y $AccMax$ ($4,06 \text{ m/s}^2 \pm 0,16$) reflejan la capacidad de las jugadoras para generar esfuerzos de alta intensidad en distancias cortas y medias (Chelly et al., 2011). Por otro lado, la media de las desaceleraciones máximas ($-3,81 \text{ m/s}^2 \pm 0,37$) evidencian una elevada carga excéntrica sobre la musculatura de los miembros inferiores, destacando la importancia de la Fr y de los mecanismos de control neuromuscular para realizar frenadas y cambios de dirección (Zhang et al., 2021). Estos resultados refuerzan la interpretación de que, si bien la V y la Acc alcanzan niveles elevados en situaciones controladas, su manifestación en el juego está modulada por otros factores que limitan la continuidad, la amplitud de movimientos lineales y la ejecución óptima de carrera.

Otro aspecto relevante que se evidencia en los resultados es la diferenciación posicional. En este estudio, las jugadoras laterales alcanzaron mayores velocidades en la prueba lineal y también registraron los valores más altos de V mediante GPS del grupo (tabla 3.1 y 3.2). Esta tendencia difiere de los hallazgos de Michalsik y Aagaard (2015), quienes demostraron que las jugadoras de los extremos son las que más se aproximan a su potencial máximo de V durante el juego, debido a su participación en fases ofensivas, transiciones y mayor longitud de desplazamiento. Por otro lado, las jugadoras centrales y pivotes presentan velocidades más bajas, tanto en pruebas como en situaciones reales, lo que se relaciona con su implicancia en acciones de contacto, desplazamientos cortos y roles tácticos que demandan más F que V lineal.

La delimitación espacial del juego en balonmano constituye un factor determinante para comprender sus demandas físicas y los patrones de desplazamiento predominantes durante los partidos. Las dimensiones reglamentarias de la cancha restringen la posibilidad de trayectorias lineales prolongadas, limitando la extensión de carreras sostenidas. No obstante,

según los hallazgos de Michalsik et al., (2013), durante los encuentros las jugadoras realizan un elevado número de acciones breves e intermitentes, con cambios constantes de dirección, intensidad y tipo de movimiento.

Tal configuración implica una elevada demanda neuromuscular y de control postural, así como una considerable capacidad de Acc, desaceleración y cambios de dirección. Por tanto, la F reactiva, la F excéntrica y el control neuromuscular resultan fundamentales para satisfacer dichas exigencias (Horníková et al., 2021). En consecuencia, la configuración espacial de la cancha no debe interpretarse como una mera limitación al rendimiento, sino como un condicionante que moldea las exigencias físicas específicas del deporte. En este contexto, las mediciones de distancia total recorrida o de velocidad máxima alcanzada pierden parte de su significado si no se consideran junto con los patrones reales de desplazamiento.

El enfoque expuesto evidencia que el análisis de los datos obtenidos mediante el test de treinta metros, no tiene en consideración las dimensiones espaciales de la cancha de handball. Aunque estas pruebas permiten cuantificar variables cuantitativas como distancia, Acc o V, omiten la naturaleza específica de los desplazamientos: su direccionalidad, longitud, frecuencia, aceleraciones, desaceleraciones, y demandas neuromusculares asociadas. Estudios como los de Michalsik et al., (2013) indican que durante los partidos las jugadoras realizan un elevado número de movimientos breves e intermitentes, con constantes cambios de dirección, intensidad y tipo de desplazamiento, mientras que los sprints largos representan una mínima proporción del juego. En consecuencia, el entorno competitivo impone limitaciones estructurales para alcanzar velocidades comparables a las de la prueba lineal. Esta restricción contextual explica la discrepancia habitual entre los valores medidos en pruebas controladas y los datos obtenidos mediante GPS en competencias.

Es relevante interpretar los hallazgos de este estudio considerando cómo los factores situacionales pueden modular la carga externa de las jugadoras durante un partido de handball femenino. Estudios recientes como los de García-Sánchez et al., (2024) muestran que variables como el tiempo de partido, el nivel del rival y el rol de la jugadora influyen de manera significativa sobre métricas de carga externa tales como: la distancia total recorrida, las aceleraciones y velocidades máximas. Estas observaciones sugieren que la carga física que experimentan las jugadoras no es únicamente un reflejo de su potencial físico individual, sino que depende profundamente de la dinámica táctica y competitiva del juego.

Además, estos resultados respaldan la utilidad de medir la Acc y la V no solo mediante pruebas lineales en laboratorio, sino también durante situaciones reales, ya que permiten captar cómo se aplica la capacidad física en condiciones reales, bajo presión, fatiga y decisiones tácticas. Si exclusivamente se evalúa la capacidad máxima en un test controlado, se corre el riesgo de sobreinterpretar un aparente déficit cuando, en realidad, las jugadoras pueden estar modulando su rendimiento al contexto del partido. Finalmente, los hallazgos de este estudio deberían motivar a las estructuras técnicas a desarrollar estrategias de monitoreo y programas de entrenamiento que integren el conocimiento del contexto competitivo, con el fin de optimizar la transferencia del potencial físico al rendimiento competitivo.

9. Conclusión

En el estudio sobre el handball femenino se evidencia que los perfiles individuales de AccMax y Vmax obtenidos mediante la prueba lineal de treinta metros no presentan relación directa con los perfiles medidos in situ durante el entrenamiento. Esta falta de correspondencia se explica porque la prueba lineal se desarrolla en un entorno controlado con espacio despejado, sin perturbaciones externas y sobre una distancia óptima que facilita alcanzar el máximo rendimiento de Acc y V. En cambio, en el contexto real de partido las demandas tácticas, especiales y estratégicas limitan la posibilidad de alcanzar y mantener esas velocidades máximas; además, los desplazamientos más frecuentes en el juego son de intensidad moderada. De este modo, los valores obtenidos en condiciones de control no reflejan necesariamente lo que sucede en competencia real.

Asimismo, se identificaron diferencias entre posiciones, las jugadoras que ocuparon la posición de laterales registraron valores superiores de Acc y V en comparación con otras posiciones. No obstante, al tratarse de un estudio piloto centrado en un entrenamiento, faltaron jugadoras de ciertas posiciones para recabar datos más representativos, como características específicas del plantel analizado.

Estos hallazgos implican que, para la valoración del rendimiento en handball femenino, resulta insuficiente apoyarse únicamente en pruebas lineales de V bajo condiciones ideales. Por ende, tanto investigadores como profesionales del entrenamiento deberían incorporar métodos de evaluación más cercanos al contexto del juego como, por ejemplo, desplazamientos cortos, cambios de dirección, aceleraciones, desaceleraciones.

Un aspecto a destacar de este estudio es la posibilidad de trabajar con jugadoras de élite de la Selección Uruguaya de Handball. Esto constituye una fortaleza metodológica relevante, ya que permite analizar datos reales obtenidos en un contexto de alto rendimiento, lo cual eleva la validez ecológica del estudio y brinda información difícilmente accesible en investigaciones convencionales. Comprender cómo interactúan la capacidad física, el contexto de juego y la ejecución permite desarrollar estrategias de entrenamiento más precisas, específicas y efectivas, con el objetivo de optimizar la transferencia del potencial físico hacia el rendimiento competitivo real.

También recalcar que el estudio presenta ciertas limitaciones. En primer lugar, sólo se contó con diez dispositivos GPS, lo que restringió el número de jugadoras evaluadas

simultáneamente y redujo la amplitud de la muestra. Además, trabajar con deportistas de élite implica limitaciones logísticas: el tiempo disponible fue reducido y ambas evaluaciones (test lineal e in situ) debieron realizarse dentro de un único entrenamiento, siguiendo estrictamente la planificación del cuerpo técnico, lo que impidió equilibrar la muestra por posición.

Este estudio piloto abre las puertas a futuras investigaciones para poder realizarse con un mayor número de jugadoras, incorporando todas las posiciones en proporciones equitativas y empleando dispositivos de posicionamiento en múltiples encuentros, de esta manera, será posible profundizar en la relación entre el rendimiento controlado y el rendimiento competitivo, así como optimizar los modelos de evaluación específicos para handball femenino.

10. Aplicaciones prácticas

Desde el punto de vista práctico, estos resultados tienen implicaciones importantes para la evaluación, la planificación del entrenamiento y la gestión de la carga durante la competencia. Para que la evaluación del rendimiento sea verdaderamente relevante, es indispensable trascender las pruebas tradicionales de velocidad lineal. En este sentido, se recomienda incluir en los protocolos de evaluación métodos que reproduzcan las condiciones tácticas e intensivas del partido, tales como tests que consideren aceleraciones, cambios de dirección, frenadas y desplazamientos reactivos.

Las desaceleraciones significativas registradas implican una elevada carga excéntrica en los miembros inferiores. Este hallazgo sugiere que los entrenadores de handball femenino deberían incorporar en sus programas ejercicios específicos, orientados no solo a potenciar la aceleración lineal, sino también a mejorar la Fr, el control dinámico y la resistencia neuromuscular. Tales capacidades resultan esenciales para adaptarse a las demandas multidireccionales y variables propias del entorno de juego.

Finalmente, para futuras investigaciones resulta especialmente prometedor explorar la relación entre los parámetros físicos medidos en condiciones controladas, como en el laboratorio, y aquellos alcanzados durante los partidos. Además, sería valioso estudiar el impacto de intervenciones de entrenamiento dirigidas a fortalecer la fuerza excéntrica y reactiva sobre el rendimiento físico y táctico en encuentros de alta competición. De esta manera, se podrían diseñar programas de entrenamiento más efectivos y contextualizados, que optimicen tanto la potencia de juego como la prevención de lesiones.

11. Bibliografía

- Acero, J., & Lago, C. (2005). *Comprender la complejidad para elevar el rendimiento*. INDE Publicaciones.
- Bojsen-Michalsik, L., & Aagaard, P. (2015). Physical demands in elite team handball: Comparisons between male and female players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 55(9), 878–891.
- Chelly, M. S., Hermassi, S., Aouadi, R., & Shephard, R. J. (2014). Effects of 8-week in-season plyometric training on upper and lower limb performance of elite adolescent handball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(5), 1401–1410. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000279>
- Cummins, C., Orr, R., O'Connor, H., & West, C. (2013). Global positioning systems (GPS) and microtechnology sensors in team sports: A systematic review. *Sports Medicine*, 43(10), 1025–1042. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0069-2>
- García-Sánchez, C., Navarro, R. M., Mon-López, D., Nieto-Acevedo, R., Cañadas-García, E., & de la Rubia, A. (2024). Do all matches require the same effort? Influence of contextual factors on physical demands during official female handball competitions. *Biology of Sport*, 41(4), 145–154. <https://doi.org/10.5114/biolsport.2024.136090>
- García-Sánchez, C., Navarro, R. M., Nieto-Acevedo, R., & de la Rubia, A. (2025). Are fluctuations in physical performance affected by contextual factors in women's handball matches? An analysis using five-minute fixed phases. *Biology of Sport*, 42(1), 113–121.
- González Badillo, J. J., & Ribas Serna, J. (2002). *Bases de la programación del entrenamiento de fuerza*. Barcelona, España: INDE.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill.

- Horníková, H., Jeleň, M., & Zemková, E. (2021). Determinants of Reactive Agility in Tests with Different Demands on Sensory and Motor Components in Handball Players. *Applied Sciences*, 11(14), 6531. <https://doi.org/10.3390/app11146531>
- Hornillos Baz, I. (2010). La capacidad acelerativa en el deporte. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 6(18), 165–174.
- International Handball Federation. (2025). *Rules of the Game: Handball*. IHF. <https://www.ihf.info>
- Jiménez-Reyes, P., Samozino, P., García-Ramos, A., Cuadrado-Peñafiel, V., Brughelli, M., & Morin, J.-B. (2018). Relationship between vertical and horizontal force-velocity-power profiles in various sports and levels of practice. *PeerJ*, 6, e5937. <https://doi.org/10.7717/peerj.5937>
- Lago-Peñas, C., Gómez, M. A., Viaño, J., González-García, I., & Fernández-Villarino, M. A. (2013). Home advantage in elite handball: The impact of the quality of opposition on team performance. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 13(3), 724–733. <https://doi.org/10.1080/24748668.2013.11868684>
- Luteberget, L. S., & Spencer, M. (2017). High-intensity events in international women's team handball matches. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(1), 56–61. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2015-0641>
- Malone, S., Roe, M., Doran, D. A., Gabbett, T. J., & Collins, K. (2017). High chronic training loads and exposure to bouts of maximal velocity running reduce injury risk in elite Gaelic football. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20(3), 250–254. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2016.08.005>
- Manchado, C., Pueo, B., Chiroso-Rios, L. J., & Tortosa-Martínez, J. (2021). Time-motion analysis by playing positions of male handball players during the European Championship 2020. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(6), 2787. <https://doi.org/10.3390/ijerph18062787>
- Mendiguchia, J., Edouard, P., Samozino, P., Brughelli, M., Cross, M., Ross, A., Gill, N., & Morin, J.-B. (2016). Field monitoring of sprinting power–force–velocity profile

- before, during and after hamstring injury: Two case reports. *Journal of Sports Sciences*, 34(6), 535–541.
- Michalsik, L. B., Madsen, K., & Aagaard, P. (2014). Match performance and physiological capacity of female elite team handball players. *International Journal of Sports Medicine*, 35(7), 595–607. <https://doi.org/10.1055/s-0033-1358713>
- Morin, J.-B., Edouard, P., & Samozino, P. (2011). Technical ability of force application as a determinant factor of sprint performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43(9), 1680–1688. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318216ea37>
- Morin, J.-B., Samozino, P., & Cross, M. R. (2016). Interpreting power–force–velocity profiles for individualized and specific training. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(2), 317–322.
- Morin, J.-B., Samozino, P., Murata, M., Cross, M. R., & Nagahara, R. (2019). A simple method for computing sprint acceleration kinetics from running velocity data: Replication study with improved design. *Journal of Biomechanics*, 94, 82–87. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2019.07.020>
- Morin, J.-B., Le Mat, Y., Osgnach, C., Barnabò, A., Pilati, A., Samozino, P., & di Prampero, P. E. (2021). Individual acceleration-speed profile in situ: A proof of concept in professional football players. *Journal of Biomechanics*, 123, 110524. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2021.110524>
- Newton, I. (1687). *Philosophiae naturalis principia mathematica*. Jussu Societatis Regiae ac Typis Josephi Streater
- Póvoas, S. C., Seabra, A. F., Ascensão, A. A., Magalhães, J., Soares, J. M., & Rebelo, A. N. (2014). Physical and physiological demands of elite team handball. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(2), 713–722.
- Samozino, P., Rabita, G., Dorel, S., Slawinski, J., Peyrot, N., Saez de Villarreal, E., & Morin, J.-B. (2016). A simple method for measuring power, force, velocity properties, and mechanical effectiveness in sprint running. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 26(6), 648–658. <https://doi.org/10.1111/sms.12490>

- Spencer, M., Bishop, D., Dawson, B., & Goodman, C. (2005). Physiological and metabolic responses of repeated-sprint activities: Specific to field-based team sports. *Sports Medicine*, 35(12), 1025–1044. <https://doi.org/10.2165/00007256-200535120-00003>
- Taylor, J. B., Wright, A. A., Dischiavi, S. L., Townsend, M. A., & Marmon, A. R. (2017). Activity demands during multi-directional team sports: A systematic review. *Sports Medicine*, 47(12), 2533–2551. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0772-5>
- Zhang, Q., Léam, A., Fouré, A., Wong, D. P., & Hautier, C. A. (2021). Relationship between explosive strength capacity of the knee muscles and deceleration performance in female professional soccer players. *Frontiers in Physiology*, 12, 723041.

12. Anexo

Anexo 1. Consentimiento informado para participar en una investigación.

Título del estudio:

Perfil aceleración-velocidad in-situ en jugadoras de la selección femenina de Handball.

Investigadores responsables:

Kevin De León, Joaquina Ifrán, Héctor Sosa, Andrés González.

Objetivo del estudio:

El propósito de esta investigación es evaluar el rendimiento físico a través de un test de V lineal de 30 metros y analizar el comportamiento de las jugadoras durante partidos oficiales mediante dispositivos GPS, con el fin de obtener datos relevantes para la comprensión de la relación entre el rendimiento en contextos controlados y reales.

Procedimiento:

La participación consistirá en la realización de un test de V lineal (treinta metros) tres repeticiones y participación en partidos, utilizando dispositivos GPS para la recolección de datos. Previamente se realizará una entrada en calor.

Riesgos y beneficios:

La participación no representa riesgos significativos para la salud. Sin embargo, pueden presentarse molestias musculares propias del esfuerzo físico. Los beneficios incluyen el acceso a información sobre el propio rendimiento físico individual.

Confidencialidad:

Todos los datos recolectados serán utilizados exclusivamente con fines académicos y serán tratados de manera confidencial, sin divulgar información personal.

Participación voluntaria:

La participación es completamente voluntaria. La jugadora puede retirarse en cualquier momento sin consecuencias.

Declaro que he sido informada de manera clara sobre los objetivos, procedimientos, riesgos y beneficios del estudio, y que acepto participar de forma voluntaria.

Nombre y apellido: _____

Firma: _____

Fecha: _____

Anexo 2. Listado de jugadoras a evaluar.

Jugadora	Edad	Peso (kg)	Altura (cm)
1	33	69	171
2	28	60	157
3	26	73	173
4	21	68	169
5	22	64	164
6	23	68	171
7	23	60	163
8	27	72	176
9	32	76	173
10	26	73	169