Universidad de Valladolid

FACULTAD DE EDUCACIÓN DE SORIA

Grado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte

TRABAJO FIN DE GRADO

Influencia del tipo de calentamiento sobre la capacidad de esprintar y la habilidad para cambiar de dirección en jugadoras semiprofesionales de fútbol

Presentado por: Laura de la Fuente Arenas

Tutelado por: Daniel Castillo Alvira

Soria, 20 de junio 2024

RESUMEN

Este trabajo fin de grado tuvo como objetivo analizar el efecto del calentamiento sobre el rendimiento físico y neuromuscular en jugadoras de fútbol aficionado, y comparar el calentamiento en campo respecto al de banda durante un partido simulado. Participaron un total de 18 jugadoras de fútbol (edad: 23 ± 7 años, peso: 65,2 ± 17,5 kg, estatura: 1,66 ± 0,14 m) con al menos 2 años de experiencia competitiva a nivel regional. En la primera sesión, se recopilaron datos antropométricos y se llevaron a cabo las pruebas 30 metros esprint y Modified Agility T-test (MAT) para evaluar la capacidad de aceleración, velocidad y cambio de dirección (COD) de las jugadoras. En la segunda y tercera sesión, se realizó un calentamiento en banda y otro en campo durante 15 minutos, seguido de las dos pruebas mencionadas, y un partido simulado de 15 minutos con el uso de sistemas de posicionamiento global (GPS). Los resultados principales del estudio mostraron que tanto el calentamiento en campo como en banda no tuvieron impactos significativos en el rendimiento físico y fisiológico durante el partido simulado. Los cambios en el rendimiento de esprint lineal y COD tras la realización del calentamiento en campo no fueron significativos ($p>0,05$; $d=-0,351 – 0,023$). Sin embargo, después del calentamiento en banda, los tiempos de esprint empeoraron ($p<0,05$; $d=-0,948/-0,627$), y la prueba ANCOVA reveló diferencias significativas (de $p=0,043$; $F=4,437$) entre ambos grupos para el esprint de 5 metros. Analizando los resultados, se puede concluir que el calentamiento en campo es más completo. Por lo tanto, es relevante que el cuerpo técnico diseñe programas de calentamiento para optimizar el rendimiento de esprint de las jugadoras y así maximizar su potencial en el juego.

Palabras clave: fútbol femenino; rendimiento; GPS; partidos simulados.

ABSTRACT

This final degree project aimed to analyze to analyse the effect of warm-up on physical and neuromuscular performance in amateur soccer players, and to compare pitch and sideline warm-ups during a simulated match. A total of 18 female soccer players (age: 23 ± 7 years, weight: 65,2 ± 17,5 kg, height: 1,66 ± 0,14 m) with at least 2 years of competitive experience at the regional level participated. In the first session, anthropometric data were collected and the 30-meter sprint and Modified Agility T-test (MAT) were carried out to assess the acceleration, speed and change of direction (COD) of the players. In second and third sessions, a sideline and a pitch warm-up were carried out for 15 minutes, followed by the two aforementioned tests and a simulated 15 minute match with the use of global positioning systems (GPS). The main results of the study showed that both the on-pitch and sideline warm-ups had no significant impact on physical and physiological performance during the simulated match. Changes in linear sprint performance and COD after field warm-up were not significant ($p>0.05$; $d=-0.351 – 0.023$). However, after the in-band warm-up, sprint times worsened ($p<0.05$; $d=-0.948/-0.627$), and the ANCOVA test revealed significant differences ($p=0.043$; $F=4.437$) between the two groups for the 5-meter sprint. Analyzing the results, it can be concluded that the warming in the field is more complete. Therefore, it is relevant for the coaching staff to design warm-up programs to optimize the sprint performance of the players and thus maximize their potential in the game.

Key words: woman’s football; performance; GPS; simulated matches.

ÍNDICE

1. Introducción y Justificación 4

2. Marco Teórico 5

2.1. Demandas del Fútbol Femenino 5

2.2. Lesiones en Competición 7

2.3. Importancia del Calentamiento 9

2.4. Tipos de Calentamientos 9

2.4.1. Calentamiento Sin Balón 10

2.4.2. Calentamiento Con Balón 10

2.4.3. Calentamiento FIFA + ... 11

2.4.4. Calentamiento Harmoknee 11

2.4.5. Calentamiento RAMP 11

3. Objetivos e Hipótesis 13

4. Método 14

4.1. Participantes 14

4.2. Diseño y Procedimiento 14

4.2.1. Tipos de Calentamiento 15

4.2.2. Test de Evaluación Neuromuscular 16

4.2.3. Partidos Simulados 18

4.3. Análisis Estadístico 20

5. Resultados 21

6. Discusión 36

7. Conclusiones y Aplicaciones Prácticas 41

8. Limitaciones y Futuras Líneas de Investigación 43

9. Referencias Bibliográficas 45

10. Anexos 51

1. Introducción y Justificación

El calentamiento es una parte esencial en la preparación de los deportistas antes de cualquier actividad física, ya sea un entrenamiento o una competición. No solo contribuye a la prevención de lesiones, sino que también influye de manera significativa en el rendimiento deportivo, tanto físico como mental.

Diseñar un protocolo de calentamiento no es tarea sencilla, el preparador físico o entrenador debe ser consciente de las variables contextuales que pueden influir en él, como la categoría del equipo, condiciones del entorno, viajes largos para jugar, etc. Es fundamental proporcionar una duración y un contenido adecuado para la preparación de los deportistas, evitando calentamientos excesivamente largos y exigentes que podrían añadir demasiada fatiga. En el contexto del fútbol semiprofesional, el calentamiento adquiere diferentes modalidades dependiendo del rol de los jugadores. Los titulares, antes de un partido oficial, siguen un programa específico de calentamiento diseñado para preparar sus cuerpos para el esfuerzo físico que enfrentarán. Por otro lado, los suplentes se ven en la necesidad de adaptar su calentamiento a un espacio reducido, disponiendo únicamente de la banda del campo y sin la presencia del balón. Esta diferencia plantea el interrogante de cómo la dinámica o protocolo de cada calentamiento influye en el rendimiento físico y fisiológico de los jugadores, y cuál de los dos enfoques los prepara de manera más efectiva para el partido.

La ausencia de información concluyente al respecto en la literatura científica ha motivado la realización de este estudio. Considerando la relevancia de este tema para el cuerpo técnico, es necesario comprender cómo el tipo de calentamiento puede impactar en la preparación de los jugadores. Esta carencia en la investigación resalta la importancia de abordar esta temática para mejorar la comprensión de los factores influyentes en el desempeño deportivo.

Además, es crucial mencionar que las investigaciones en el ámbito del fútbol femenino son limitadas, por lo que este estudio se enfocará en llenar este vacío, aportando información valiosa que contribuirá al conocimiento y a la mejora del rendimiento en este deporte.

2. Marco Teórico

La popularidad y la profesionalización del fútbol femenino ha experimentado un notable crecimiento en las últimas décadas (FIFA, 2023). Este avance se ha visto reflejado en el aumento de equipos participantes, en la asistencia de aficionados a los estadios, en el número de patrocinadores y en la cobertura televisiva. Además, tanto la condición física como las habilidades técnicas y tácticas de las jugadoras y los equipos han evolucionado de manera significativa. Desde una perspectiva más científica, las investigaciones en el ámbito del fútbol también se han visto incrementadas, no obstante, persiste una marcada disparidad en la cantidad de estudios que se centran en jugadores masculinos en comparación con los femeninos.

La exigencia física durante los entrenamientos y los partidos se ha visto incrementada por el gran auge del deporte femenino. Su creciente popularidad hace que las jugadoras estén expuestas a mayores volúmenes de entrenamiento y demandas de competencia que nunca y, por lo tanto, es necesario una mejor comprensión de los cambios en el rendimiento físico.

2.1. Demandas del Fútbol Femenino

El fútbol es un deporte colectivo de carácter intermitente. La mayor parte de su juego es de naturaleza aeróbica, sin embargo, muchas de las habilidades influyentes en el juego como la capacidad de saltar o de esprintar durante las acciones de duelo contra los oponentes son de naturaleza anaeróbica. Las demandas producidas a nivel fisiológico en el fútbol femenino son similares al masculino; derivadas de los altos niveles de capacidad aeróbica, fuerza, resistencia muscular, velocidad, velocidad-resistencia, agilidad y flexibilidad, donde se requiere la capacidad de repetir acciones a alta intensidad durante los 90 minutos. Sin embargo, los partidos oficiales de fútbol femenino se caracterizan por una menor distancia recorrida (casi un 33% menos), aunque a niveles de intensidad más altos que los que se encuentran típicamente en el fútbol masculino (Milanovic et al., 2017). El valor medio de la distancia total recorrida por las jugadoras de fútbol es de 10 km, de los cuales 1,7 km se completan a altas velocidades (>18 km·h-1) (Datson et al., 2014). Se realizan 12 esprints por juego y entre 1350 - 1650 cambios de

actividad, como pases, entradas y regates. Además, se han registrado valores de 49,4 - 57,6 ml/kg/min de consumo máximo de oxígeno (VO2max), junto con una frecuencia cardíaca media (FCmed) y máxima (FCmax) de 167 y 186 ppm respectivamente, lo que corresponde al 87% y el 97% de la FCmax (Krustrup et al., 2005).

Por otro lado, es necesario tener en cuenta diversos factores contextuales a la hora de analizar las demandas físicas y fisiológicas, como las posiciones de juego, los periodos del partido y la posesión del balón. En primer lugar, en lo que respecta a las exigencias físicas asociadas a las posiciones de juego, se destaca que las mediocentros son las jugadoras que recorren más distancia total, un 6,7% más en comparación con las demás jugadoras (Panduro et al., 2022). Este desgaste físico se debe a su constante participación tanto en acciones ofensivas como defensivas, lo que les obliga a recorrer grandes distancias para cubrir diferentes espacios del campo (Zubillaga et al., 2013). En cuanto a la distancia total recorrida a alta intensidad, es similar para todas las posiciones, con la excepción de las defensas centrales, quienes cubren distancias menores debido a que juegan en un espacio más reducido y con ciertas limitaciones para proyectarse al ataque, lo que resulta en menores metros recorridos y menores picos de velocidades alcanzadas (Griffin et al., 2020). Sin embargo, las defensas centrales son las que más acciones de aceleración y desaceleración realizan por partido (Diaz-Seradilla et al., 2022), posiblemente debido a su función de frenar el ataque de las delanteras rivales. Las jugadoras laterales son las que realizan más esprints por partido, y se ha observado que alcanzan la máxima velocidad, con un promedio de 26,1±1,0 km/h (Diaz-Seradilla et al., 2022). En el caso de las delanteras, se observa que esta posición se caracteriza por un elevado volumen de acciones a alta intensidad. Esto se debe a la necesidad de enfrentarse repetidamente a situaciones de desmarque, regates, ocupación de espacios y duelos individuales para crear oportunidades de gol, lo que resulta en una gran cantidad de esfuerzos de esprint (Bradley & Ade, 2018).

Adicionalmente, es importante señalar que, de acuerdo con Datson et al. (2017), las jugadoras en posiciones de ataque (delanteras, extremos y mediocampistas) cubren una mayor distancia a alta velocidad cuando el equipo está en posesión del balón, en contraste, las jugadoras defensivas (centrales y laterales) recorren distancias más extensas a altas velocidades cuando el equipo no tiene la posesión.

Con respecto a la influencia de los periodos de juego, se ha encontrado una disminución de los esfuerzos físicos en el segundo tiempo del partido. A medida que transcurre el tiempo, las jugadoras experimentan un desgaste físico y mental, por lo que disminuyen los índices de desempeño tanto físicos (ej. Carreras de alta intensidad) como técnicos (ej. Habilidades de tiro, pases, precisión, velocidad…). Al analizar cada uno de los periodos de juego en intervalos de 15 minutos, se ha confirmado que los momentos del partido en los que se recorre la mayor distancia total son en los minutos 35, 45 y 85 (Datson et al., 2014). La distancia recorrida a altas velocidades disminuye en los minutos finales de cada periodo, especialmente a partir del minuto 60 de partido (Datson et al., 2014). Asimismo, la cantidad de esprints se reduce de 38 ± 16 a 32 ± 14 en el segundo periodo (Mara et al., 2017) debido a la disminución de los sustratos energético de las deportistas, lo que conlleva a una pérdida del 39% del glucógeno muscular en los segundos periodos del juego, limitando la capacidad de repetir esprints (Krustrup et al., 2022). En lo que respecta a las habilidades técnicas, el rendimiento de regate se mantiene constante en el transcurso del partido, mientras que la efectividad de pase y tiro son susceptibles a la fatiga y se ven disminuidas (Russell et al., 2011).

2.2. Lesiones en Competición

Las altas exigencias físicas del juego junto con la exposición al contacto físico colocan a las jugadoras en un alto riesgo de sufrir lesiones. Este riesgo lesivo es mayor en los niveles más altos de competición debido a la reciente y rápida progresión en el grado de profesionalismo del fútbol femenino, causada por el aumento sustancial en la frecuencia, intensidad y competitividad tanto de las sesiones de entrenamiento como de los partidos.

El índice global de lesiones en el fútbol femenino profesional es de 6,1 por 1000 horas de exposición, siendo 3,5 lesiones por 1000 horas de exposición al entrenamiento y de 19,2 a partidos (López-Valenciano et al., 2021). La tasa de lesiones en los partidos es bastante significativa, ya que en él intervienen varios factores, entre ellos; las mayores exigencias físicas de las jugadoras durante los partidos en comparación con las sesiones de entrenamiento, la variabilidad y la incertidumbre generada en las jugadoras cuando compiten contra rivales, el número

de contactos y colisiones contabilizados durante los partidos y la fatiga generada durante el transcurso del partido.

La extremidad inferior parece ser el área del cuerpo donde se produce la mayoría de las lesiones, 74% del total (Del Coso et al., 2018), siendo las distensiones del músculo del cuádriceps, isquiotibiales y esguinces del tobillo las lesiones más frecuentemente diagnosticadas en jugadoras de fútbol. Más concretamente, se ha identificado que las lesiones musculares de la zona isquiotibial son las más comunes en el fútbol moderno, con una tasa de incidencia del 30,44% (Raya-González et al., 2020).

Se ha reconocido que las patadas son el mecanismo principal de la tensión del cuádriceps, y la activación de los flexores de la cadera parece importante para proteger el cuádriceps durante la fase de balanceo. Se ha documentado que las jugadoras de fútbol muestran una menor activación del ilíaco en comparación con los hombres al patear el balón (Brophy et al., 2010), lo que podría predisponer a las mujeres a sufrir más distensiones en el cuádriceps que los hombres. Por otro lado, las mujeres futbolistas también tienen una mayor incidencia de lesiones graves de rodilla, especialmente del ligamento cruzado anterior (Ostenberg & Roos, 2000), en comparación con los hombres. Larruskain et al. (2018) indicaron que, en un equipo de fútbol de élite, el 43% y el 10% de los días que las jugadoras estuvieron sin estar disponibles para competir se debieron a lesiones del ligamento cruzado anterior y del cuádriceps, respectivamente.

Aunque las lesiones ocurren con frecuencia en jugadoras de fútbol, la mayoría parecen ser mínimas (1 a 3 días de pérdida de juego de fútbol) o menores (4 a 7 días de pérdida de juego de fútbol) en términos de gravedad. Sin embargo, la tasa de incidencia de lesiones graves puede considerarse moderadamente alta debido al hecho de que podría implicar que en un equipo de fútbol típico compuesto por 20 futbolístas, 2 - 3 jugadoras sufrirían una lesión grave por temporada. Por ello, conocer los riesgos lesivos podría proporcionar información para ayudar a priorizar las medidas de prevención de lesiones.

2.3. Importancia del Calentamiento

El calentamiento es indispensable para la preparación adecuada tanto del cuerpo como la mente de las jugadoras. Su importancia radica en la necesidad de garantizar un rendimiento óptimo y minimizar el riesgo de lesiones de los atletas. Durante esta fase, se busca elevar la temperatura corporal y muscular, activar grupos musculares específicos, estimular el sistema nervioso y mejorar la movilidad articular. Para lograr estos objetivos, se recomienda realizar un calentamiento activo y dinámico, lo suficientemente intenso para aumentar la temperatura del cuerpo, pero sin llegar a fatigar al jugador. Algunos autores sostienen que las exigencias físicas y fisiológicas de la competición deberían determinar en gran medida el contenido, la duración y la intensidad del calentamiento (Bishop, 2003; Silva et al., 2018; Ben Brahim et al., 2023). Por ello, es fundamental estructurarlo de manera que aumente la temperatura muscular sin afectar significativamente la disponibilidad de fosfatos de alta energía inmediatamente antes del ejercicio. Se ha comprobado que intensidades de trabajo superiores al 60% del VO2máx, reducen la concentración de fosfato de alta energía. Por lo tanto, una intensidad de calentamiento entre el 40 y el 60% del VO2 es suficiente para elevar la temperatura, limitar la degradación de fosfato de alta energía y mejorar el rendimiento a corto plazo (Bishop, 2003). La duración recomendada oscila entre 10 y 20 minutos, evitando un aumento de la fatiga y dejando más tiempo libre para otras intervenciones tácticas (Silva et al., 2018). El fútbol consta de diferentes habilidades motrices, como correr, acelerar y desacelerar, saltar, cambiar de dirección, pasar, chutar, etc. que deben estar presentes en un calentamiento previo al partido para preparar al deportista de manera integral.

2.4. Tipos de Calentamientos

Durante un partido de fútbol, es posible identificar diferentes tipos de calentamientos. Por un lado, existe el calentamiento antes de la competición, el cual llevan a cabo los jugadores titulares para prepararse física y mentalmente para el juego. Por otro lado, encontramos el calentamiento en banda, el cual no ha sido ampliamente estudiado en la literatura científica. Este tipo de calentamiento es realizado por los suplentes, quienes se mantienen activos y listos para ingresar al juego en cualquier momento. Aunque el calentamiento antes de la competición es

más conocido y estudiado, el calentamiento en banda también desempeña un papel importante en el rendimiento de los jugadores durante un partido.

2.4.1. Calentamiento Sin Balón

El calentamiento sin balón en el fútbol, también conocido como aeróbico o general, es una parte imprescindible en la preparación previa de los jugadores antes de un entrenamiento o partido. Consiste en actividades de baja intensidad que elevan la temperatura corporal y aumentan la circulación sanguínea, como ejercicios de marcha, carrera suave y movimiento articular. Estas actividades mejoran la disponibilidad de oxígeno en el cuerpo, además de contribuir a la mejora de la elasticidad muscular, lo que reduce el riesgo de lesiones (Bishop, 2003).

Los entrenadores y preparadores físicos son conscientes del valor de este calentamiento, ya que no solo prepara físicamente a los jugadores, sino que también les ayuda a enfocarse mentalmente en el partido.

2.4.2. Calentamiento Con Balón

En el fútbol, el calentamiento con balón se centra en realizar ejercicios específicos que ayuden a los jugadores a aumentar su temperatura corporal, mejorar su técnica y prepararse para las exigencias físicas del juego. Se compone de actividades que imitan los patrones de movimiento que se emplean durante un partido, incluyendo tareas de pases, control del balón, lanzamientos a portería y movimientos de regate. Esto permite a los jugadores ajustar su técnica, mejorar la precisión de sus pases y tiros, y acostumbrarse a la sensación del balón en sus pies.

Además, los juegos reducidos, también conocidos como Small-Sided Games (SSG), son una parte integral de este tipo de calentamiento. Están diseñados para simular las habilidades y las demandas físicas y fisiológicas del fútbol, permitiendo a los jugadores practicar situaciones de juego real, como la toma rápida de decisiones, la coordinación entre compañeros y la presión ante adversarios. Se ha sugerido que la especificidad de los SSG proporciona beneficios ergogénicos adicionales sobre los métodos de acondicionamiento genéricos al aumentar la activación neuromuscular (McGowan et al., 2015), lo que significa que los SSG no solo ayudan a los jugadores a mejorar su condición física, sino que también tienen un impacto positivo en la

capacidad del sistema nervioso para reclutar y activar los músculos de manera eficiente durante el juego.

2.4.3. Calentamiento FIFA +

El FIFA+ fue desarrollado por el Centro Médico y de Investigación de la FIFA como programa de prevención de lesiones, y que posteriormente fue propuesto como rutina de calentamiento para jugadores de fútbol. Este programa consta de ejercicios de carrera, fuerza, pliométricos y equilibrio, que combinan activación cardiovascular y ejercicio neuromuscular para reducir y prevenir la incidencia de lesiones (Soligard et al., 2008).

El FIFA 11+ ha demostrado tener efectos positivos en el calentamiento de los jugadores de fútbol. Después de realizar el FIFA 11+, se ha observado un aumento de la temperatura muscular y/o central, así como una disminución en la rigidez muscular. Estos efectos se traducen en mejoras en los esprints, la agilidad y la capacidad de salto vertical (Bizzini et al., 2013). Además, se ha comprobado que este programa mejora el equilibrio dinámico y la agilidad de los jugadores.

2.4.4. Calentamiento Harmoknee

Al igual que el FIFA 11+, el programa de calentamiento Harmoknee fue diseñado para prevenir y reducir el número y la gravedad de lesiones relacionadas con el fútbol. Este programa fue desarrollado para proporcionar un calentamiento que mejorara los patrones de movimiento y causara menos tensión en la articulación de la rodilla. Se recomienda como un programa de prevención multifacético específico del fútbol que combina ejercicios de carrera, velocidad multidireccional, fuerza, equilibrio y control postural, sin utilizar equipo especial (Daneshjoo et al., 2013). Las investigaciones indican que este protocolo resultó en una disminución del 77 % en la incidencia de lesiones de rodilla (Kiani et al., 2010).

2.4.5. Calentamiento RAMP

El investigador Jeffreys desarrolló el protocolo “RAMP”, acrónimo de los aspectos principales de las tres fases que conforman su sistema, como procedimiento de calentamiento previo para la competición y los entrenamientos. 1- Fase de elevación, que tiene como objetivo elevar la temperatura corporal, frecuencia

cardíaca, frecuencia respiratoria, flujo sanguíneo y viscosidad del líquido articular mediante actividades de baja intensidad. 2- Fase de activación y movilización, lo que implica una serie de patrones de movimiento claves y dinámicos, que son específicas del deporte. 3- Fase de potenciación, cuyo objetivo es aumentar la actividad a intensidades similares a las de competición (máximas o submáximas) y potenciar el efecto de potenciación post-activación (Jeffreys, 2007).

3. Objetivos e Hipótesis

El objetivo principal de este estudio es analizar el efecto del calentamiento sobre el rendimiento físico y neuromuscular en futbolistas amateur, y comparar el calentamiento en campo respecto al calentamiento en banda durante un partido simulado. Se parte de la hipótesis de que el calentamiento en campo resultará en mejoras significativas en acciones explosivas como aceleraciones, desaceleraciones, cambios de dirección y capacidad de esprint, lo que se traducirá en una mayor intensidad de juego en comparación con el calentamiento en banda.

Los objetivos específicos de este TFG son los siguientes:

- Objetivo específico 1: Estudiar el efecto del calentamiento en campo y en banda sobre el rendimiento locomotor y fisiológico de las futbolistas durante un partido simulado.
    - Hipótesis específica 1: El calentamiento en campo tendrá un mayor impacto positivo sobre el calentamiento en banda en el rendimiento locomotor de las futbolistas durante un partido simulado. Esto podría deberse a que este tipo de calentamiento incorpora ejercicios técnicos con balón, lo que prepara a las jugadoras de una manera más específica para el juego.
- Objetivo específico 2: Estudiar el efecto del calentamiento en campo y en banda sobre el rendimiento en esprint lineal de las futbolistas.
    - Hipótesis específica 2: Se espera que el calentamiento en campo sea más efectivo con respecto al de banda, ya que contiene tareas de esprint a varias distancias que preparan de forma más específica a las jugadoras.
- Objetivo específico 3: Estudiar el efecto del calentamiento en campo y en banda sobre el rendimiento en el cambio de dirección de las futbolistas.
    - Hipótesis específica 3: El calentamiento en campo tendrá efectos más positivos, debido a que incorpora ejercicios de esprints no lineales y cambios de dirección que capacita a las futbolistas para desempeñar este tipo de acciones con mayor eficacia.

4. Método

4.1. Participantes

En el presente estudio participaron 18 jugadoras de fútbol (edad: 23 ± 7 años, peso: 65,2 ± 17,5 kg, estatura: 1,66 ± 0,14 m) con al menos 2 años de experiencia competitiva. Se trata de un equipo femenino de la provincia de Soria, Castilla y León, que compite a nivel regional cada fin de semana, y con un total de tres entrenamientos por semana. Los criterios de inclusión fueron haber participado en la primera sesión de test y no haber estado lesionada durante el último mes previo a la investigación. Todas las participantes fueron informadas de los procedimientos y beneficios de formar parte de la investigación y firmaron un consentimiento informado (Anexo 1). En cualquier momento las jugadoras podían abandonar el estudio si lo consideraban oportuno. La investigación cumplió con los requerimientos establecidos en la Declaración de Helsinki (2013), y se siguieron los procedimientos éticos para la investigación con seres humanos.

4.2. Diseño y Procedimiento

Se trata de un estudio descriptivo que se compone de tres sesiones repartidas en un total de tres semanas. Las pruebas siempre se realizaron el mismo día y hora.

La primera sesión se basa en la recopilación de datos antropométricos como edad, peso y altura de las participantes. Posteriormente, se realiza una breve activación corporal con el fin de preparar a las jugadoras para las pruebas de 30 metros esprint y el Modified Agility T-test (MAT), y así evaluar la capacidad de aceleración, velocidad y cambio de dirección.

En la segunda sesión se implementó un calentamiento de 15 minutos simulando el que realizan las jugadoras suplentes antes de ingresar al campo, denominado calentamiento de banda. Seguidamente completaron los dos test mencionados, y un partido simulado de 15 minutos sin descansos y con unas dimensiones de 80x70 metros.

La tercera sesión mantuvo la misma estructura, pero sustituyendo el calentamiento de banda por el de campo, simulando al que realizan las jugadoras titulares previamente a un partido competitivo. Las pruebas y el partido tuvieron lugar

después de los dos tipos de calentamientos para conocer su efecto en las jugadoras y compararlos.

Durante todo el proceso se respetaron las dimensiones del terreno de juego durante los partidos simulados, las jugadoras por equipo, el sistema de juego, y los tiempos tanto de los calentamientos como del partido para evaluar de forma consistente el desarrollo del estudio.

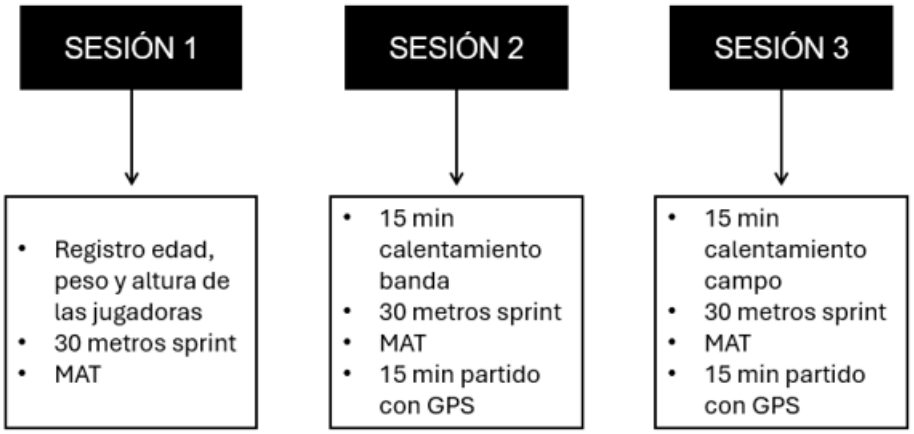

Figura 1. Distribución de las acciones en cada sesión de registro.

4.2.1. Tipos de Calentamiento

Los calentamientos que se llevaron a cabo en este estudio se fundamentan en ejercicios comúnmente realizados por las jugadoras, por lo que ya estaban familiarizadas con las rutinas.

Como se ha mencionado anteriormente, diferenciaremos dos tipos de calentamientos.

1) El **calentamiento de campo**, simulando la rutina de ejercicios que realizan las jugadoras previo al inicio de un partido, y que está compuesto por varias fases. La fase aeróbica incluye una carrera continúa combinada con la conducción individual de balón, movilidad articular y estiramientos dinámicos; la fase neuromuscular se enfoca en ejercicios de fortalecimiento utilizando bandas elásticas, ejercicios pliométricos mediante saltos y ejercicios propioceptivos; la fase de velocidad consiste en un circuito con esprints lineales y no lineales en varias distancias (5 y 10 metros); y la fase específica de balón con un juego reducido de 5 vs 5 y lanzamientos a portería precedido de pases.

2) El **calentamiento de banda**, que consiste en ejercicios de movilidad articular, estiramientos dinámicos, ejercicios enfocados a la prevención de lesiones a través de la pliometría y la propiocepción, salidas de velocidad lineales, y aceleraciones y desaceleraciones consecutivas. Son ejercicios típicos realizados por las jugadoras suplentes antes de ingresar al terreno de juego.

Ambos calentamientos tienen una duración total de 15 minutos.

Figura 2. Distribución de los ejercicios en cada tipo de calentamiento.

4.2.2. Test de Evaluación Neuromuscular

Esprint de 30 m. La prueba de 30 metros esprint tenía como propósito medir la capacidad de aceleración y velocidad máxima alcanzada por las participantes en una distancia corta. En este test, las deportistas llevaron a cabo dos esprints en línea recta a lo largo de una pista de 30 metros, con un intervalo de recuperación de 3 minutos entre cada esprint. Con el fin de registrar los tiempos y recopilar datos precisos, se colocaron fotocélulas en los puntos 0, 5, 10 y 30 metros.

Las participantes fueron instruidas para realizar la prueba lo más rápido posible, con el objetivo de alcanzar su máxima velocidad en el tramo de 30 metros. Se utilizó la técnica de posición inicial desde parado, con un pie adelante y otro atrás (split start) para asegurar una salida controlada y medir la aceleración desde el punto cero. De los dos intentos realizados, se registró y se tomó en consideración el mejor tiempo alcanzado por cada participante.

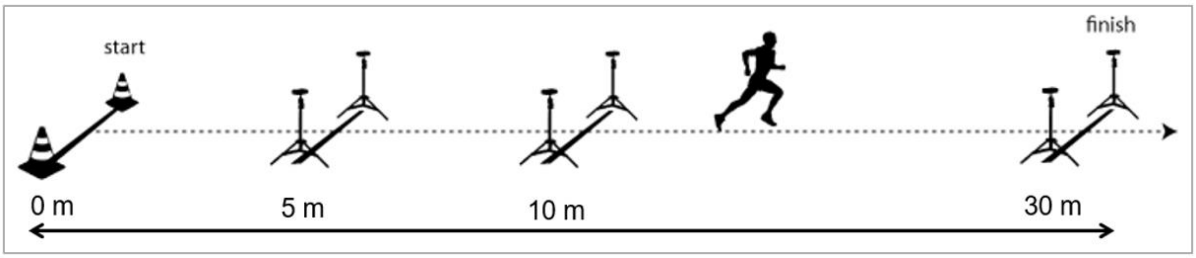

Figura 3. Descripción gráfica del test esprint de 30 m.

Modified Agility T-test (MAT). Esta prueba siguió el mismo protocolo directivo que el T-test, con la diferencia de que se modificó la distancia total recorrida y las medidas de distancia entre conos. El número de cambios de dirección se mantuvo constante y los sujetos cubrieron una distancia total de 20 m. El trayecto constó de varios puntos establecidos por Sassi, Dardouri, Yahmed, Gmada, Mahfoudhi y Gharbi (2009); las jugadoras comenzaron corriendo hacia adelante desde el cono A hasta el cono B, avanzaron desplazándose lateralmente hacia la derecha hasta tocar el cono C, luego se desplazaron lateralmente hacia la izquierda hasta el cono D, regresaron al punto B y, por último, corrieron hacia delante hasta la línea de inicio.

Durante el recorrido, las jugadoras debían tocar la parte superior de los conos. La salida se efectuó desde la posición anatómica con ambos pies detrás de la línea, situada a 0,5 metros de la fotocélula y cuando la deportista lo considerase oportuno. El tiempo empleado en completar el recorrido se registró mediante una fotocélula ubicada sobre la línea de inicio y llegada. Las futbolistas repitieron dos veces el test en el mismo campo de juego, utilizando botas de fútbol y descansando 3 minutos entre repeticiones. De los dos intentos realizados, se registró y tomó en consideración el mejor tiempo alcanzado por cada participante.

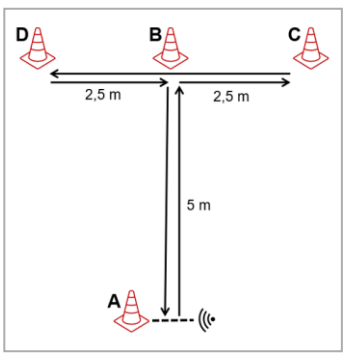

Figura 4. Descripción gráfica del test Modified Agility T-test.

En ambas pruebas se emplearon las fotocélulas Witty Microgate (Microgate Witty-system, MicrogateTM, Bolzano, Italy). Estos sensores funcionan mediante la captación de señales lumínicas generadas por un componente emisor y recibidas por un componente receptor. Esta interacción permite la ejecución y medición precisa de las acciones requeridas. Es fundamental que la disposición adecuada del emisor y el receptor evite cualquier interferencia entre la señal emitida y la señal recibida. De esta manera, se garantiza la exactitud en la medición de tiempos.

4.2.3. Partidos Simulados

El formato de partidos simulados estuvo compuesto por dos equipos de 10 jugadoras, es decir, 9vs9 y 2 porteras. Debido a su función específica en el campo, las porteras no fueron incluidas en los análisis. La duración total de los partidos fue de 15 minutos, sin descansos y con unas dimensiones de 80x70 metros. Los equipos fueron organizados por el entrenador según posiciones de juego (1 portera, 2 centrales, 2 laterales, 2 mediocentros, 2 extremos, 1 delantera), nivel técnico-táctico y experiencia competitiva. Los mismos equipos se enfrentaron en cada formato de partido simulado.

Para cuantificar las demandas físicas de las jugadoras de fútbol, se utilizaron unidades de microsensores que contienen un GPS de 10 Hz y un acelerómetro triaxial de 100 Hz (WIMU PRO; RealTrack Systems, Almería, España) (Bastida Castillo et al., 2018). Las unidades de microsensores estaban sujetas a un chaleco ajustado que llevaban las jugadoras de fútbol durante el estudio experimental. Los dispositivos microsensores se activaron 15 minutos antes del inicio de cada sesión, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. Los datos se descargaron después del protocolo a un ordenador y se analizaron utilizando un paquete de software personalizado (WIMU SPRO; RealTrack Systems).

A través de los partidos simulados, analizamos las variables relacionadas con la carga externa e interna experimentada por cada una de las jugadoras en intervalos de 3 minutos. De esta manera, podemos examinar y comparar el efecto de cada uno de los calentamientos en las variables seleccionadas, con el fin de obtener un entendimiento más profundo de su impacto en el desempeño de las jugadoras.

Tabla 1. Variables de estudio en la monitorización de los partidos simulados.

Distancia total	Esta variable representa la distancia global recorrida durante el partido, expresada en metros.
Distancia a diferentes velocidades	Este indicador cuantifica la distancia recorrida a diversas velocidades, segmentada en intervalos de 0-6 km/h, 6-13 km/h, 13-19 km/h, 19-23 km/h, y 23-50 km/h, expresada en metros.
Aceleraciones (Acc)	Representa la fase inicial de una actividad en esprint, donde el jugador intenta generar la máxima fuerza en el menor tiempo posible. Asimismo, indica la cantidad de aceleraciones realizadas por encima de 3 m/s^2.
Desaceleraciones (Dcc)	Estas acciones implican la reducción de velocidad en un corto período de tiempo. Este indicador señala la cantidad de veces que la jugadora efectúa desaceleraciones de alta intensidad, es decir, aquellas inferiores a -3 m/s^2.
Frecuencia Cardíaca (FC)	El análisis de la frecuencia cardíaca es crucial para optimizar el rendimiento y prevenir lesiones, ya que nos permite conocer el nivel de carga interna (Coutts et al., 2009). Se registraron los valores de FC media y FC máxima.
Esprint	Este término representa la cantidad de esprints realizados cuando la jugadora supera la velocidad umbral de 24 km/h.
Player Load	Es un índice calculado a partir de los valores de los sensores inerciales de los dispositivos de los movimientos anteroposterior, medial-lateral y vertical, expresado en unidades de medida u.a.

4.3. Análisis Estadístico

Los datos se presentan como la media ± desviación estándar. Se realizó la prueba de Shapiro-Wilk para comprobar la normalidad de la distribución de los datos. Se realizó un análisis de covarianza (ANCOVA) para detectar posibles diferencias entre grupos (i.e., campo y banda), asumiendo los valores de la prueba pre-intervención como covariables. Dado que todas las variables cumplieron el principio de normalidad, se utilizó una prueba t para muestras dependientes para evaluar las diferencias habiendo hecho un calentamiento en campo y otro en banda dentro de cada grupo. Se calculó el tamaño del efecto de Cohen´s d para examinar las diferencias a efectos prácticos (Cohen, 1988). Los resultados obtenidos se interpretaron como pequeños ($0,00 \leq d \leq 0,49$), moderados ($0,50 \leq d \leq 0,79$) y grandes ($d \geq 0,80$). El análisis de datos se realizó utilizando el paquete estadístico JASP 0.16.3.0 software (Universidad de Ámsterdam, Ámsterdam, Países Bajos). Para todos los análisis, el nivel de significación se estableció en $p < 0,05$.

5. Resultados

En la tabla 2 se presenta el rendimiento locomotor exhibido por las futbolistas en un partido simulado de 15 minutos de duración tras un calentamiento en campo y otro en banda. No se observan diferencias significativas (p>0,05; d=-0,401 – 0,352) para las variables de distancia total, distancia recorrida a diferentes velocidades, número y distancia recorrida en aceleraciones y desaceleraciones, esprints y player load.

Tabla 2. Rendimiento locomotor en un partido simulado de las jugadoras de fútbol tras un calentamiento en campo y otro en banda.

Variables	Campo	Banda	p	d
Distancia total (m)	1435,2 ± 150,1	1461,5 ± 206,4	0,734	0,099
Andando [0,00-6,00] km/h (m)	593,3 ± 82,9	595,1 ± 73,6	0,609	-0,146
Trotando [6,00-13,00] km/h (m)	610,6 ± 166,3	651,7 ± 197,0	0,217	0,302
Corriendo [13,00-19,00] km/h (m)	204,7 ± 82,1	186,9 ± 80,3	0,211	-0,306
Corriendo a alta intensidad [19,00-23,00] km/h (m)	23,9 ± 21,3	26,7 ± 24,9	0,522	0,154
Esprintando [23,00-50,00] km/h (m)	2,7 ± 5,8	1,2 ± 2,6	0,441	0,333
Aceleraciones (m)	424,1 ± 35,9	430 ± 33,5	0,278	0,207
Desaceleraciones (m)	423,4 ± 34,1	432,3 ± 36,6	0,253	0,279
Aceleraciones alta intensidad (n)	3,1 ± 2,0	3,8 ± 2,5	0,233	0,291
Desaceleraciones alta intensidad (n)	7,6 ± 3,9	7,1 ± 4,1	0,652	-0,108
Aceleraciones baja intensidad [1 2] m/s^2 (m)	263,9 ± 66,2	250,4 ± 69,7	0,399	-0,204
Aceleraciones media intensidad [2 3] m/s^2 (m)	104,8 ± 29,7	114,9 ± 50,4	0,352	0,225
Aceleraciones alta intensidad [3 20] m/s^2	18,5 ± 13,8	21,7 ± 17,7	0,514	0,157

(m)				
Desaceleraciones baja intensidad [-2 -1] m/s^2 (m)	209,9 ± 54,8	217,8 ± 68,6	0,633	0,115
Desaceleraciones media intensidad [-3 -2] m/s^2 (m)	84,7 ± 23,4	90,9 ± 33,6	0,434	0,189
Desaceleraciones alta intensidad [-20 -3] m/s^2 (m)	40,2 ± 24,9	32,3 ± 20,2	0,107	-0,401
Esprints (n)	0,2 ± 0,4	0,2 ± 0,4	0,766	-0,200
Player Load (u.a.)	18,1 ± 4,1	19,0 ± 5,0	0,153	0,352

En la tabla 3 se presentan las demandas fisiológicas y físicas de las jugadoras durante el transcurso del partido simulado después de llevar a cabo cada modalidad de calentamiento (i.e., campo vs. banda). Igualmente, no se observan diferencias significativas (p>0,05; d=-0,133 – 0,079) para las variables FC Max, FC Med y distancia recorrida en cada una de las zonas de entrenamiento atendiendo a la FC Max entre el calentamiento en campo y en banda.

Tabla 3. Demandas fisiológicas y físicas en un partido simulado de las jugadoras de fútbol tras un calentamiento en campo y otro en banda.

Variables	Campo	Banda	p	d
FC Max (ppm)	188,4 ± 10,8	188,4 ± 11,4	0,976	0,007
FC Med (ppm)	168,6 ± 12,9	168,2 ± 15,3	0,905	-0,028
Distancia zona 1 [50-60% FCmax] (m)	17,8 ± 41,6	45,5 ± 153,2	0,767	-0,133
Distancia zona 2 [60-70% FCmax] (m)	110,4 ± 193,3	81,7 ± 134,2	0,660	-0,132
Distancia zona 3 [70-80% FCmax] (m)	276,8 ± 236,1	264,1 ± 190,1	0,807	-0,058
Distancia zona 4 [80-90% FCmax] (m)	635,8 ± 333,1	663,2 ± 339,1	0,741	0,079

Distancia zona 5 [90-100% FCmax] (m)	393,7 ± 371,3	395,2 ± 382,0	0,982	0,005

Nota. FC Max: frecuencia cardiaca máxima; FC Med: frecuencia cardiaca media.

En la tabla 4 se presenta el rendimiento locomotor en los primeros tres minutos del partido simulado tras un calentamiento en campo y otro en banda. Se observa que las jugadoras recorrieron más distancia después de llevar a cabo un calentamiento en banda en comparación con el de en campo (p<0,001; d=1,194). Asimismo, se observa que las jugadoras recorren mayor distancia trotando tras el calentamiento en banda (p=0,019; d=0,612). También se encuentran diferencias significativas en las aceleraciones de media intensidad (p=0,044; d=0,512) y desaceleraciones de baja intensidad (p=0,034, d=0,545), con más ocurrencia tras el calentamiento en banda. La variable player load es significativamente mayor después de realizar un calentamiento en banda en comparación con el calentamiento en campo (p<0,01; d=1,124).

Tabla 4. Rendimiento locomotor en los primeros tres minutos de un partido simulado de las jugadoras de fútbol tras un calentamiento en campo y otro en banda.

Variables	Campo	Banda	p	d
Distancia total (m)	275,5 ± 38,7	310,2 ± 47,4	**<0,001**	1,194
Andando [0,00-6,00] km/h (m)	106,1 ± 25,2	117,3 ± 18,3	0,114	0,393
Trotando [6,00-13,00] km/h (m)	125,4 ± 39,7	145,0 ± 48,7	**0,019**	0,612
Corriendo [13,00-19,00] km/h (m)	38,1 ± 23,8	40,8 ± 26,4	0,440	0,186
Corriendo a alta intensidad [19,00-23,00] km/h (m)	4,7 ± 6,6	7,1 ± 10,6	0,529	0,209
Esprintando [23,00-50,00] km/h (m)	1,2 ± 5,1	0 ± 0	0	0
Aceleraciones (m)	84,4 ± 10,4	83,6 ± 9,8	0,745	-0,078

Desaceleraciones (m)	85,4 ± 9,5	83,3 ± 10,4	0,384	-0,211
Aceleraciones alta intensidad (n)	0,4 ± 0,6	0,4 ± 0,6	1,000	0
Desaceleraciones alta intensidad (n)	1,2 ± 1,2	1,3 ± 1,1	0,749	0,077
Aceleraciones baja intensidad [1 2] m/s^2 (m)	52,8 ± 20,1	51,6 ± 20,1	0,796	-0,062
Aceleraciones media intensidad [2 3] m/s^2 (m)	19,1 ± 14,1	25,9 ± 15,7	**0,044**	0,512
Aceleraciones alta intensidad [3 20] m/s^2 (m)	2,4 ± 4,2	2,4 ± 4,7	0,969	-0,026
Desaceleraciones baja intensidad [-2 -1] m/s^2 (m)	40,1 ± 12,9	51,7 ± 19,0	**0,034**	0,545
Desaceleraciones media intensidad [-3 -2] m/s^2 (m)	15,6 ± 10,0	18,1 ± 16,1	0,533	0,150
Desaceleraciones alta intensidad [-20 -3] m/s^2 (m)	8,2 ± 9,3	5,4 ± 4,6	0,478	-0,217
Esprints (n)	0,1 ± 0,2	0 ± 0	0	0
Player Load (u.a.)	3,5 ± 0,8	4,0 ± 1,0	**<0,001**	1,124

En la tabla 5, se presentan las demandas fisiológicas y físicas de las jugadoras para los primeros tres minutos del partido simulado, en el que no se observan diferencias significativas ($p>0,05$; $d=-0,138$ - $0,317$) entre los dos tipos de calentamientos para las variables estudiadas.

Tabla 5. Demandas fisiológicas y físicas en los primeros tres minutos de un partido simulado de las jugadoras de fútbol tras un calentamiento en campo y otro en banda.

Variables	Campo	Banda	p	d
FC Max (ppm)	179,2 ± 12,3	177,8 ± 15,6	0,565	-0,138
FC Med (ppm)	162,6 ± 14,6	163,9 ± 16,5	0,721	0,086
Distancia zona 1 [50-60% FCmax] (m)	10,2 ± 19,1	18,7 ± 51,3	0,859	-0,089
Distancia zona 2 [60-70% FCmax] (m)	34,7 ± 51,9	18,6 ± 29,3	0,224	-0,297
Distancia zona 3 [70-80% FCmax] (m)	59,8 ± 46,8	61,2 ± 67,7	0,945	0,016
Distancia zona 4 [80-90% FCmax] (m)	123,2 ± 76,7	163,5 ± 108,3	0,196	0,317
Distancia zona 5 [90-100% FCmax] (m)	47,2 ± 62,8	46,6 ± 87,0	0,944	-0,033

Nota. FC Max: frecuencia cardiaca máxima; FC Med: frecuencia cardiaca media.

En la tabla 6 se presenta el rendimiento locomotor exhibido por las futbolistas en un partido simulado entre los tres y seis minutos de duración después de llevar a cabo un calentamiento en campo y otro en banda. Se observa una diferencia significativa en la cantidad de aceleraciones a alta intensidad (p=0,009; d=0,864), con más altas aceleraciones tras un calentamiento en banda en comparación con el de en campo. También se encuentran diferencias significativas para la distancia recorrida a aceleraciones a alta intensidad (p=0,026; d=0,576), con más ocurrencia tras el calentamiento en banda. Por último, se muestra una diferencia significativa en la variable player load (p=0,039; d=0,526), con mayores valores tras realizar el calentamiento en banda en comparación con el de en campo.

Tabla 6. Rendimiento locomotor desde los tres hasta los seis minutos de un partido simulado de las jugadoras de fútbol tras un calentamiento en campo y otro en banda.

Variables	Campo	Banda	p	d
Distancia total (m)	277,2 ± 34,0	281,2 ± 43,4	0,494	0,165
Andando [0,00-6,00] km/h (m)	119,2 ± 18,1	119,2 ± 18,4	0,993	-0,002
Trotando [6,00-13,00] km/h (m)	116,2 ± 39,4	129,9 ± 46,4	0,114	0,393
Corriendo [13,00-19,00] km/h (m)	35,9 ± 23,2	28,7 ± 14,9	0,192	-0,321
Corriendo a alta intensidad [19,00-23,00] km/h (m)	5,6 ± 10,3	2,7 ± 5,1	0,294	-0,444
Esprintando [23,00-50,00] km/h (m)	0,3 ± 0,9	0,8 ± 2,5	0,584	0,400
Aceleraciones (m)	88,4 ± 9,9	85,8 ± 8,9	0,426	-0,192
Desaceleraciones (m)	87,8 ± 9,8	87,4 ± 10,4	0,896	-0,031
Aceleraciones alta intensidad (n)	0,4 ± 0,6	1,1 ± 1,0	**0,009**	0,864
Desaceleraciones alta intensidad (n)	1,8 ± 1,3	1,5 ± 1,3	0,447	-0,184
Aceleraciones baja intensidad [1 2] m/s^2 (m)	48,9 ± 25,7	45,7 ± 16,5	0,865	-0,053
Aceleraciones media intensidad [2 3] m/s^2 (m)	21,3 ± 12,2	22,5 ± 14,5	0,801	0,060
Aceleraciones alta intensidad [3 20] m/s^2 (m)	2,8 ± 5,7	6,7 ± 6,7	**0,026**	0,576
Desaceleraciones baja intensidad [-2 -1] m/s^2 (m)	37,3 ± 17,1	42,3 ± 13,8	0,253	0,279
Desaceleraciones media intensidad [-3 -2] m/s^2 (m)	15,3 ± 7,0	19,1 ± 12,5	0,288	0,258
Desaceleraciones alta intensidad [-20 -3] m/s^2 (m)	9,4 ± 8,6	6,3 ± 5,5	0,162	-0,344

Esprints (n)	0,1 ± 0,2	0,1 ± 0,3	0,773	0,333
Player Load (u.a.)	3,4 ± 1,0	3,8 ± 1,1	**0,039**	0,526

La tabla 7 muestra las demandas fisiológicas y físicas en un partido simulado entre los tres y seis minutos de duración tras un calentamiento en campo y otro en banda. No se han encontrado diferencias significativas (p>0,05; d=-0,222 - 0,301) entre los dos tipos de calentamientos para las variables estudiadas.

Tabla 7. Demandas fisiológicas y físicas desde los tres hasta los seis minutos de un partido simulado de las jugadoras de fútbol tras un calentamiento en campo y otro en banda.

Variables	Campo	Banda	p	d
FC Max (ppm)	179,3 ± 12,9	181,1 ± 16,3	0,286	0,301
FC Med (ppm)	164,4 ± 15,8	167,3 ± 16,9	0,417	0,196
Distancia zona 1 [50-60% FCmax] (m)	6,3 ± 18,9	9,2 ± 38,9	1,000	0,000
Distancia zona 2 [60-70% FCmax] (m)	21,3 ± 45,9	6,7 ± 13,8	0,624	-0,222
Distancia zona 3 [70-80% FCmax] (m)	75,1 ± 68,2	62,5 ± 56,2	0,415	-0,197
Distancia zona 4 [80-90% FCmax] (m)	119,0 ± 77,5	134,9 ± 75,5	0,526	0,153
Distancia zona 5 [90-100% FCmax] (m)	55,2 ± 75,5	66,5 ± 101,6	0,894	0,061

Nota. FC Max: frecuencia cardiaca máxima; FC Med: frecuencia cardiaca media.

La tabla 8 muestra el rendimiento locomotor de las futbolistas desde los seis hasta los nueve minutos de un partido simulado tras un calentamiento en campo y otro en banda. Los resultados de esta tabla sugieren que el tipo de calentamiento (i.e. campo o banda) no tiene un efecto significativo sobre el rendimiento locomotor de las jugadoras de fútbol durante dicho intervalo de tiempo de un partido simulado. No se observaron diferencias significativas para las variables distancia total, distancia recorrida a diferentes velocidades, número y distancia recorrida en aceleraciones y desaceleraciones, esprints y player load ($p>0,05$; $d=-0,461 – 0,503$).

Tabla 8. Rendimiento locomotor desde los seis hasta los nueve minutos de un partido simulado de las jugadoras de fútbol tras un calentamiento en campo y otro en banda.

Variables	Campo	Banda	p	d
Distancia total (m)	308,8 ± 41,0	277,3 ± 79,7	0,125	-0,380
Andando [0,00-6,00] km/h (m)	119,5 ± 23,2	106,6 ± 24,8	0,067	-0,461
Trotando [6,00-13,00] km/h (m)	134,6 ± 44,3	120,3 ± 52,3	0,313	-0,245
Corriendo [13,00-19,00] km/h (m)	49,4 ± 27,3	42,5 ± 29,4	0,371	-0,216
Corriendo a alta intensidad [19,00-23,00] km/h (m)	5,4 ± 9,3	8,0 ± 10,3	0,437	0,188
Esprintando [23,00-50,00] km/h (m)	0 ± 0	0 ± 0	0	0
Aceleraciones (m)	81,9 ± 8,9	86,4 ± 12,0	0,064	0,503
Desaceleraciones (m)	83,1 ± 9,3	87,9 ± 11,7	0,066	0,463
Aceleraciones alta intensidad (n)	0,8 ± 0,7	0,6 ± 0,9	0,389	-0,361
Desaceleraciones alta intensidad (n)	1,8 ± 1,5	1,3 ± 1,1	0,261	-0,274
Aceleraciones baja intensidad [1 2] m/s^2 (m)	56,5 ± 19,7	47,8 ± 21,7	0,258	-0,276
Aceleraciones media intensidad [2 3] m/s^2	24,8 ± 14,4	26,2 ± 15,7	0,730	0,083

(m)				
Aceleraciones alta intensidad [3 20] m/s^2 (m)	3,3 ± 4,1	2,9 ± 5,3	0,776	-0,068
Desaceleraciones baja intensidad [-2 -1] m/s^2 (m)	48,7 ± 15,6	44,1 ± 28,1	0,453	-0,181
Desaceleraciones media intensidad [-3 -2] m/s^2 (m)	15,6 ± 8,9	18,3 ± 12,2	0,441	0,186
Desaceleraciones alta intensidad [-20 -3] m/s^2 (m)	8,5 ± 7,2	7,1 ± 6,6	0,487	-0,168
Esprints (n)	0 ± 0	0 ± 0	0	0
Player Load (u.a.)	3,9 ± 1,0	3,7 ± 1,3	0,368	-0,218

La tabla 9 presenta las demandas fisiológicas y físicas de las futbolistas desde los seis hasta los nueve minutos de un partido simulado tras un calentamiento en campo y otro en banda. Se observa una diferencia estadísticamente significativa para la distancia recorrida en la zona 3 (p=0,04; d=-0,523), recorriendo una mayor distancia después de realizar un calentamiento en campo en comparación con el calentamiento en banda.

Tabla 9. Demandas fisiológicas y físicas desde los seis hasta los nueve minutos de un partido simulado de las jugadoras de fútbol tras un calentamiento en campo y otro en banda.

Variables	Campo	Banda	p	d
FC Max (ppm)	183,1 ± 12,2	184,7 ± 14,7	0,582	0,132
FC Med (ppm)	169,2 ± 14,5	172,3 ± 16,0	0,357	0,223
Distancia zona 1 [50-60% FCmax] (m)	0,3 ± 1,2	5,4 ± 22,9	1,000	0,333
Distancia zona 2 [60-70% FCmax] (m)	31,2 ± 62,2	13,4 ± 37,9	0,059	-0,905

Distancia zona 3 [70-80% FCmax] (m)	54,9 ± 56,8	27,7 ± 42,6	**0,040**	-0,523
Distancia zona 4 [80-90% FCmax] (m)	138,3 ± 98,0	123,2 ± 101,7	0,526	-0,153
Distancia zona 5 [90-100% FCmax] (m)	83,3 ± 99,3	105,6 ± 87,8	0,357	0,223

Nota. FC Max: frecuencia cardiaca máxima; FC Med: frecuencia cardiaca media.

En la tabla 10 se presenta el rendimiento locomotor desde los nueve hasta los doce minutos de un partido simulado, tras un calentamiento en campo y otro en banda. No se observan diferencias significativas para ninguna de las variables estudiadas (p>0,05; d=-0,479 – 0,319).

Tabla 10. Rendimiento locomotor desde los nueve hasta los doce minutos de un partido simulado de las jugadoras de fútbol tras un calentamiento en campo y otro en banda.

Variables	Campo	Banda	p	d
Distancia total (m)	284,6 ± 33,9	279,0 ± 43,0	0,932	0,029
Andando [0,00-6,00] km/h (m)	124,8 ± 21,4	128,3 ± 18,4	0,510	0,158
Trotando [6,00-13,00] km/h (m)	113,9 ± 38,7	114,9 ± 40,1	0,902	0,029
Corriendo [13,00-19,00] km/h (m)	42,3 ± 19,5	33,3 ± 18,3	0,058	-0,479
Corriendo a alta intensidad [19,00-23,00] km/h (m)	3,7 ± 7,6	2,4 ± 6,1	0,610	-0,200
Esprintando [23,00-50,00] km/h (m)	0 ± 0	0,1 ± 0,4	0	0
Aceleraciones (m)	85,1 ± 8,3	87,3 ± 8,2	0,193	0,319
Desaceleraciones (m)	84,6 ± 9,1	86,8 ± 7,8	0,228	0,295
Aceleraciones alta intensidad (n)	0,7 ± 1,0	0,9 ± 0,9	0,399	0,204
Desaceleraciones alta intensidad (n)	0,9 ± 1,2	1,4 ± 1,2	0,226	0,296
Aceleraciones baja intensidad [1 2] m/s^2 (m)	53,7 ± 17,2	49,2 ± 22,3	0,461	-0,178
Aceleraciones media intensidad [2 3] m/s^2 (m)	18,4 ± 9,8	19,2 ± 12,4	0,827	0,052

Aceleraciones alta intensidad [3 20] m/s^2 (m)	4,2 ± 7,0	4,9 ± 5,0	0,576	0,187
Desaceleraciones baja intensidad [-2 -1] m/s^2 (m)	43,1 ± 16,8	35,4 ± 17,2	0,268	-0,270
Desaceleraciones media intensidad [-3 -2] m/s^2 (m)	17,6 ± 11,8	14,7 ± 8,5	0,341	-0,231
Desaceleraciones alta intensidad [-20 -3] m/s^2 (m)	4,8 ± 6,9	7,3 ± 6,9	0,243	0,285
Esprints (n)	0 ± 0	0 ± 0	0	0
Player Load (u.a.)	3,6 ± 0,9	3,5 ± 1,0	0,677	-0,100

La tabla 11 presenta las demandas fisiológicas y físicas de las jugadoras que se recogen del noveno al duodécimo minuto de un partido simulado después de una sesión de calentamiento en campo y otra en banda. En la variable de la frecuencia cardíaca media se observa una diferencia significativa (p=0,014; d=-0,686), lo que sugiere que las jugadoras tras un calentamiento en campo registran valores más elevados de frecuencia cardíaca media en comparación con el calentamiento en banda.

Tabla 11. Demandas fisiológicas y físicas desde los nueve hasta los doce minutos de un partido simulado de las jugadoras de fútbol tras un calentamiento en campo y otro en banda.

Variables	Campo	Banda	p	d
FC Max (ppm)	184,8 ± 11,0	179,3 ± 19,3	0,227	-0,340
FC Med (ppm)	171,9 ± 13,3	162,6 ± 18,8	**0,014**	-0,686
Distancia zona 1 [50-60% FCmax] (m)	0 ± 0	10,9 ± 46,4	0	0
Distancia zona 2 [60-70% FCmax] (m)	13,8 ± 31,9	15,4 ± 43,6	0,855	0,200
Distancia zona 3 [70-80% FCmax] (m)	44,8 ± 61,2	80,8 ± 87,9	0,081	0,560
Distancia zona 4 [80-90% FCmax] (m)	130,4 ± 92,5	115,2 ± 74,6	0,524	-0,153
Distancia zona 5 [90-100% FCmax] (m)	95,2 ± 94,5	56,0 ± 74,6	0,079	-0,543

Nota. FC Max: frecuencia cardiaca máxima; FC Med: frecuencia cardiaca media.

La tabla 12 presenta los cambios del rendimiento locomotor de las futbolistas desde los doce hasta los quince minutos de un partido simulado, después de llevar a cabo un calentamiento en campo y otro en banda. Se observa que las jugadoras recorren una mayor distancia tras haber completado el calentamiento en banda (p=0,025; d=0,580). En el resto de las variables estudiadas, no se encuentran diferencias significativas comparando ambos modelos de calentamiento (p>0,05; d=-0,667 – 0,580).

Tabla 12. Rendimiento locomotor desde los doce hasta los quince minutos de un partido simulado de las jugadoras de fútbol tras un calentamiento en campo y otro en banda.

Variables	Campo	Banda	p	d
Distancia total (m)	288,6 ± 33,2	308,2 ± 34,9	**0,025**	0,580
Andando [0,00-6,00] km/h (m)	123,5 ± 12,0	122,1 ± 18,1	0,765	-0,072
Trotando [6,00-13,00] km/h (m)	120,3 ± 30,7	138,5 ± 38,1	0,086	0,430
Corriendo [13,00-19,00] km/h (m)	39,1 ± 25,2	40,6 ± 20,8	0,846	0,046
Corriendo a alta intensidad [19,00-23,00] km/h (m)	4,5 ± 6,3	6,6 ± 7,9	0,349	0,227
Esprintando [23,00-50,00] km/h (m)	1,2 ± 3,5	0,3 ± 1,2	0,423	-0,667
Aceleraciones (m)	83,9 ± 7,9	85,7 ± 9,2	0,462	0,177
Desaceleraciones (m)	82,0 ± 7,0	85,9 ± 8,4	0,088	0,426
Aceleraciones alta intensidad (n)	0,8 ± 0,9	0,8 ± 0,9	0,848	0,046
Desaceleraciones alta intensidad (n)	1,6 ± 1,5	1,4 ± 1,5	0,746	-0,078
Aceleraciones baja intensidad [1 2] m/s^2 (m)	51,1 ± 17,8	53,1 ± 20,9	0,646	0,110
Aceleraciones media intensidad [2 3] m/s^2 (m)	21,1 ± 12,3	19,8 ± 11,6	0,780	-0,067
Aceleraciones alta intensidad [3 20] m/s^2 (m)	5,7 ± 7,7	5,0 ± 5,8	0,711	-0,089
Desaceleraciones baja intensidad [-2 -1] m/s^2 (m)	38,7 ± 13,1	42,9 ± 18,8	0,465	0,176
Desaceleraciones media intensidad [-3 -2]	19,5 ± 8,0	19,9 ± 11,5	0,917	0,025

m/s^2 (m)				
Desaceleraciones alta intensidad [-20 -3] m/s^2 (m)	8,1 ± 7,9	5,9 ± 8,1	0,381	-0,212
Esprints (n)	0,1 ± 0,3	0,1 ± 0,2	0,773	-0,333
Player Load (u.a.)	3,6 ± 0,9	4,0 ± 1,0	0,087	0,429

En la tabla 13 se presentan las demandas fisiológicas y físicas de las jugadoras durante un partido simulado, desde el duodeno hasta el quinceavo minuto, después de una sesión de calentamiento en campo y otra en banda. No se observan diferencias significativas (p>0,05; d=-0,333 – 0,333) para las variables FC Max, FC Med y distancia recorrida en cada una de las zonas de entrenamiento atendiendo a la FC Max entre el calentamiento en campo y en banda.

Tabla 13. Demandas fisiológicas y físicas desde los doce hasta los quince minutos de un partido simulado de las jugadoras de fútbol tras un calentamiento en campo y otro en banda.

Variables	Campo	Banda	p	d
FC Max (ppm)	186,1 ± 10,5	185,3 ± 14,4	0,776	0,085
FC Med (ppm)	173,7 ± 12,0	173,7 ± 16,9	0,586	0,152
Distancia zona 1 [50-60% FCmax] (m)	1,0 ± 4,1	1,3 ± 4,3	0,789	0,333
Distancia zona 2 [60-70% FCmax] (m)	9,3 ± 24,8	26,8 ± 74,8	0,834	0,143
Distancia zona 3 [70-80% FCmax] (m)	41,6 ± 67,0	30,1 ± 41,2	0,407	-0,333
Distancia zona 4 [80-90% FCmax] (m)	123,7 ± 84,1	122,6 ± 97,1	0,967	-0,010
Distancia zona 5 [90-100% FCmax] (m)	112,6 ± 104,2	118,3 ± 102,7	0,756	0,075

Nota. FC Max: frecuencia cardiaca máxima; FC Med: frecuencia cardiaca media.

La tabla 14 presenta los resultados acerca de los cambios en el rendimiento de esprint lineal y COD tras la realización de cada calentamiento (i.e., campo y banda). Mientras el calentamiento en campo no presentó cambios significativos ($p>0,05$; $d=-0,351 – 0,023$) en el rendimiento de esprint y COD, el calentamiento en banda muestra un empeoramiento en los tiempos de esprint, en los 5 metros ($p<0,001$; $d=-0,948$), en los 10 metros ($p=0,003$; $d=-0,827$) y en los 30 metros de esprint ($p=0,024$; $d=-0,627$), pero no varía de forma significativa el rendimiento de COD ($p=0,301$; $d=-0,221$). Por otro lado, la prueba ANCOVA mostró diferencias significativas (de $p=0,043$; $F=4,437$) entre los grupos campo y banda para el esprint de 5 metros.

Table 14. Cambios en el rendimiento de esprint lineal y cambio de dirección (COD) tras un calentamiento en campo y otro en banda.

	Campo				Banda				Diferencias entre grupos	
Variables	Pre	Post	p	d	Pre	Post	p	d	p	F
5m esprint	1,138±0,078	1,136±0,077	0,944	0,017	1,137±0,079	1,192±0,082	**<0,001**	-0,948	**0,043**	4,437
10m esprint	2,003±0,111	1,999±0,094	0,922	0,023	1,192±0,119	2,047±0,096	**0,003**	-0,827	0,145	2,237
30m esprint	5,011±0,308	5,028±0,200	0,199	-0,351	4,984±0,317	5,011±0,308	**0,024**	-0,627	0,719	0,132
MAT	5,733±0,324	5,833±0,392	0,301	-0,251	5,733±0,324	5,780±0,356	0,362	-0,221	0,469	0,536

Nota. MAT: Modified Agility Test. p: nivel de significancia; d: tamaño del efecto.

5. Discusión

El propósito de este estudio fue analizar el impacto del tipo de calentamiento sobre el rendimiento físico y neuromuscular en futbolistas de nivel amateur, así como comparar el calentamiento en campo respecto al calentamiento en banda durante un partido simulado. Hasta el momento, la mayoría de los autores han evaluado el desempeño de los jugadores suplentes en comparación con los jugadores que permanecen en el campo durante todo el partido o con los jugadores sustituidos, para comprender sus respuestas en términos de rendimiento físico (Bradley et al., 2014, Hills et al., 2019). La novedad de este estudio radica en la comparación del rendimiento tanto físico como fisiológico de las jugadoras tras realizar un calentamiento en campo y otro en banda, con el fin de determinar el nivel de preparación de las jugadoras al ingresar al terreno de juego. Asimismo, este estudio se ha llevado a cabo con mujeres, lo que lo vuelve aún más innovador, aprovechando el actual crecimiento del fútbol femenino y su escasa investigación. Los resultados principales del estudio indicaron que tanto el calentamiento en campo como en banda no generaron impactos significativos en el rendimiento físico y fisiológico durante un partido simulado. No obstante, se observó que la prueba de 30 metros esprint se vio afectada después de realizar el calentamiento en banda, ya que las jugadoras registraron tiempos superiores, lo que sugiere una disminución en su capacidad de aceleración.

El fútbol es un deporte de carácter intermitente donde el rendimiento locomotor desempeña un papel fundamental para que las jugadoras puedan exhibir su máximo rendimiento deportivo. En el estudio se ha observado que el rendimiento locomotor de las jugadoras en un partido simulado tras un calentamiento en campo y otro en banda no presenta diferencias significativas. Esto demuestra que tanto las jugadoras titulares como las que ingresan al campo desde el banquillo están igualmente preparadas para enfrentar las demandas físicas del partido. Estos resultados no permiten comparación con otros estudios debido a que, como se ha mencionado anteriormente, este es el primer estudio que analiza el efecto del calentamiento sobre el rendimiento durante un partido simulado. Estos hallazgos pueden resultar de gran interés para el cuerpo técnico, ya que ayuda a enfocar la preparación del equipo de cara a afrontar la competición en las mejores condiciones posibles.

El calentamiento también desempeña un papel crucial en el rendimiento fisiológico de los atletas, y comprender cómo afecta este proceso puede proporcionar información valiosa al entrenador. El calentamiento tiene como objetivo preparar al cuerpo para el ejercicio aumentando la temperatura corporal, reduciendo la resistencia viscosa del músculo y aumentando la velocidad de transmisión de impulsos nerviosos (Woods et al., 2007). La comprensión de cómo el calentamiento afecta a estas variables fisiológicas puede permitir al entrenador diseñar programas de calentamiento más efectivos y específicos para cada deporte y atleta. Nuestro estudio representa el primer análisis del efecto del calentamiento sobre variables fisiológicas. No se han encontrado diferencias en el rendimiento fisiológico entre las dos modalidades de calentamiento, por tanto, sería interesante realizar nuevas investigaciones que lo analicen, ya que la información existente hasta el momento es limitada. De este modo, el estudio de otras variables fisiológicas sería de gran interés para futuras investigaciones, pues comprender cómo afecta el tipo de calentamiento sobre variables que suponen una respuesta individual en el organismo de las jugadoras puede ser interesante de cara a implementar algunos ajustes individuales en el calentamiento de los equipos.

Para tener un conocimiento más detallado, diversos estudios indican la importancia de analizar el rendimiento en intervalos cortos de tiempo (Silva et al., 2013; Panduro et al., 2022). Por consiguiente, comprender el efecto del calentamiento en los primeros minutos de juego podría resultar relevante para preparar a los jugadores para la competición. Durante los primeros minutos de juego, el cuerpo experimenta una transición desde un estado de reposo hacia un estado de actividad física intensa. Si los jugadores no están adecuadamente preparados para este cambio, su rendimiento y su capacidad para enfrentar la competición podrían verse afectados negativamente. De igual manera sucede con los jugadores suplentes, Bradley et al. (2014) resaltan que los jugadores que ingresan al campo deben estar listos para rendir de inmediato a un ritmo de trabajo equivalente o superior al de los reemplazados, y/u otros jugadores que permanecen en el juego, para que una sustitución se considere efectiva. El enfoque de lograr un impacto inmediato enfatiza la importancia de las estrategias de preparación de los jugadores antes del inicio del juego o de su entrada al campo. Si la preparación no es óptima, los jugadores pueden necesitar el periodo inicial de participación en el partido para calentar, en

lugar de poder desempeñar la intensidad que se espera de ellos. En este estudio, se ha observado que, durante los primeros intervalos de tiempo del partido simulado, las jugadoras recorren distancias mayores después de llevar a cabo un calentamiento en banda en comparación con el de en campo. Las futbolistas cubren más metros mediante aceleraciones a media intensidad y desaceleraciones a baja intensidad, y la variable player load muestra valores mayores durante los primeros tres minutos de partido, tras realizar el calentamiento en banda. Asimismo, realizan un mayor número de aceleraciones a alta intensidad, cubriendo distancias más extensas a intensidades superiores desde los tres hasta los seis minutos de partido. Sin embargo, estos resultados hay que tomarlos con cautela porque factores contextuales (climatología, tipo de superficie, características individuales de las jugadoras, nuevas incorporaciones, estilo de juego…) y situacionales (posición en el terreno de juego) pueden influir en el rendimiento de las jugadoras.

Además de los minutos iniciales de partido, es posible que el calentamiento tenga efectos sobre los minutos posteriores. Gregson et al. (2005) sugieren que un calentamiento prolongado puede agotar las reservas de energía, lo que podría provocar fatiga. En este sentido, hemos podido observar que a partir de los seis minutos del partido simulado, las jugadoras recorren una mayor distancia en la zona del 70-80% de la FCmáx y que la FCmed es más elevada tras realizar un calentamiento en campo. En los últimos tres minutos del partido simulado, las futbolistas lograron recorrer una mayor distancia después de llevar a cabo un calentamiento en banda. Igualmente, estos resultados están influenciados en gran medida por otro tipo de factores, si bien conocerlos nos puede aportar información de cara a modular el calentamiento en campo y en banda.

Por otro lado, es importante rendir adecuadamente en test físicos alejados de la especificidad del juego, ya que nos proporcionan información sobre otras capacidades físicas que son fundamentales para el desempeño en el campo. Si una jugadora muestra un buen rendimiento en estas pruebas, es probable que esté bien preparada para enfrentar acciones de máxima exigencia física durante el juego (Rico-González et al., 2022). Los resultados obtenidos en la literatura publicada hasta el momento sobre el efecto del calentamiento son contradictorios. Algunos estudios han reportado un mejor rendimiento físico posterior al calentamiento (Taylor et al., 2013; van den Tillaar et al., 2019), mientras que otros indican la

ausencia de mejoras (Christensen & Nordstrom, 2008; Zois et al., 2011). Según Pardeiro & Yanci (2017), tras efectuar un calentamiento, los jugadores experimentan una sensación de mayor preparación para afrontar el partido, no obstante, no se evidencia mejoras en el rendimiento en el salto CMJ ni en el MAT, y se observan disminuciones en la capacidad de aceleración. Los resultados contradictorios entre los estudios pueden deberse a la variación en los protocolos utilizados, incluyendo la duración, la intensidad, los tipos de ejercicios, el tiempo de recuperación antes de realizar las pruebas posteriores, y las capacidades analizadas. Los resultados obtenidos en nuestro estudio muestran que, después de llevar a cabo el calentamiento en campo, el rendimiento de esprint y COD se mantuvieron estables. Sin embargo, tras realizar el calentamiento en banda, los resultados mostraron un deterioro para el rendimiento de esprint, ya que las jugadoras exhibieron una notable reducción en su capacidad de aceleración y en la consecución de la máxima velocidad. Esto podría atribuirse a que el calentamiento en campo fue más exhaustivo en la preparación de los músculos y habilidades necesarias, con un nivel de intensidad adecuado para mantener el rendimiento, mientras que el calentamiento en banda pudo haber sido menos efectivo y específico, lo que podría haber provocado el deterioro en el rendimiento del esprint. Además, los efectos psicológicos pueden influir en el rendimiento (McGowan et al., 2015). Es posible que el calentamiento en campo haya generado una mayor sensación de preparación y confianza en las jugadoras, lo que podría haber contribuido a mantener su rendimiento. Por tanto, podría ser relevante que el preparador físico del equipo reconsidere parte del calentamiento en banda para que las jugadoras puedan ofrecer su máximo potencial si la dinámica del juego lo requiere.

Al llevar a cabo el estudio, se han identificado una serie de limitaciones que podrían influir en la interpretación de los resultados y las conclusiones. La muestra de nuestro estudio es reducida, lo que dificulta la identificación de relaciones significativas entre las dos modalidades de calentamiento (i.e. campo y banda). No se lograron mantener las mismas condiciones climatológicas, lo que pudo haber afectado a los aspectos técnico-tácticos y las demandas del partido simulado. Esta variabilidad climática pudo haber introducido sesgos en los resultados y limitado la comparabilidad de los datos. No se realizó un seguimiento en la monitorización de las jugadoras durante el desarrollo de los calentamientos. Este seguimiento habría

permitido conocer y comparar la carga de trabajo y las demandas fisiológicas, así como verificar si existía fatiga antes de iniciar el partido simulado. No se tuvieron en cuenta otras variables físicas y fisiológicas proporcionadas por los dispositivos GPS, sin embargo, se decidió incluir dichas variables tal y como se han hecho en otros estudios (Hills et al., 2019; Castillo et al., 2021).

6. Conclusiones y Aplicaciones Prácticas

Al analizar los resultados obtenidos, se puede concluir que el calentamiento en campo es más completo que el de banda. A pesar de no encontrar diferencias significativas al comparar el rendimiento físico y neuromuscular de las futbolistas durante un partido simulado después de realizar ambos tipos de calentamientos, sí se puede afirmar que el calentamiento en campo logra mantener el rendimiento base de las jugadoras tanto en esprint lineal como en el cambio de dirección, mientras que el calentamiento en banda empeora los tiempos de esprint. Además, se observó que tras el calentamiento en campo, la capacidad de aceleración de las jugadoras es considerablemente más rápida con respecto al calentamiento en banda. Las futbolistas pueden beneficiarse de esto en situaciones de juego que requieran cambios de ritmo repentino y movimientos explosivos para superar a las rivales. En términos prácticos, este estudio sugiere que el cuerpo técnico debe considerar cuidadosamente el calentamiento a utilizar antes de los partidos. Tanto el calentamiento en campo como en banda pueden ser adecuados en la preparación de las futbolistas para el partido, pero es importante tener en cuenta las necesidades específicas de las jugadoras, proponer alternativas para minimizar el impacto negativo en la aceleración y la velocidad, e incluir tareas que mejoren el cambio de dirección para garantizar un rendimiento óptimo durante el juego.

El rendimiento locomotor y fisiológico de las futbolistas durante el partido simulado, después de haber realizado ambos tipos de calentamientos (i.e. campo y banda), no muestran diferencias significativas. Esto sugiere que tanto el calentamiento en campo como en banda pueden ser igualmente efectivos en la preparación de las futbolistas para el partido. Sin embargo, el rendimiento de las jugadoras puede verse afectado por factores contextuales y situacionales, lo que impide concluir si el tipo de calentamiento influye en aspectos técnico-tácticos como pases, cambios de juego, goles anotados, entre otros. Por lo tanto, no se puede determinar con certeza qué tipo de calentamiento es más eficaz en el juego. Esta situación permite a los entrenadores y preparadores físicos adaptar el calentamiento a las circunstancias específicas, en función de las características de los jugadores o de las exigencias que anticipen para el partido.

En relación con el impacto sobre el rendimiento en el esprint lineal, se observó que después de llevar a cabo el calentamiento en campo, el rendimiento de esprint se mantuvo constante. Sin embargo, tras realizar el calentamiento en banda, los resultados mostraron un notable descenso en la capacidad de aceleración y en la consecución de la máxima velocidad. Esto indica que el calentamiento en banda no prepara adecuadamente a las jugadoras para enfrentar este tipo de acciones explosivas, lo que podría limitar su capacidad de desempeñarse al máximo en caso de que el partido requiera este tipo de demandas. Se recomienda que los entrenadores y preparadores físicos consideren la inclusión de ejercicios específicos para el fortalecimiento de los músculos implicados en el esprint durante el calentamiento en banda, con el fin de mejorar la preparación física de las futbolistas para estas situaciones de alta demanda. Este enfoque integral en el calentamiento podría contribuir significativamente a que las jugadoras suplentes que ingresen al terreno de juego puedan aportar el máximo de sus posibilidades.

Por último, el cambio de dirección exhibido por las jugadoras se mantuvo estable después de llevar a cabo un calentamiento en campo y otro en banda. Esto significa que independientemente del tipo del calentamiento que realicen las jugadoras, el rendimiento en el cambio de dirección no se ve afectado. Aunque el calentamiento en banda no trabajó específicamente esta capacidad, el calentamiento en campo sí contenía ejercicios que trabajaba tanto el esprint no lineal como los cambios de dirección a través de un circuito explosivo. Esto sugiere que los ejercicios no fueron aplicados de forma correcta, ya sea por el bajo número de repeticiones o por la escasa intensidad aplicada por las jugadoras. Por lo tanto, podría ser interesante que el cuerpo técnico del equipo integrase adecuadamente ejercicios que trabajen el cambio de dirección en ambos calentamientos para poder obtener efectos positivos. Además, sería beneficioso realizar un seguimiento detallado de la ejecución de los ejercicios para garantizar su efectividad y seguridad.

7. Limitaciones y Futuras Líneas de Investigación

Las limitaciones encontradas durante la realización de este trabajo de fin de grado han impactado en el desarrollo y los resultados obtenidos. En primer lugar, el estudio se vio restringido por el extenso tiempo requerido para comprender el uso de los dispositivos GPS en la monitorización de las jugadoras, así como para determinar las variables físicas y fisiológicas pertinentes que debían ser analizadas. Asimismo, la inexperiencia en la realización de estudios e investigación demandó un considerable tiempo para establecer un protocolo metodológico adecuado. La participación de jugadoras amateur, muchas de las cuales tenían compromisos laborales o académicos, provocó dificultades en la organización para garantizar la presencia de todas las participantes en la toma de datos. Por último mencionar que, durante el grado de ciencias de la actividad física y del deporte, encontré de gran interés las pruebas de rendimiento de 30 metros esprint y el MAT, pero igual otras pruebas podrían haber resultado más adecuadas para este tipo de estudio. Incluso se podrían haber complementado con otras pruebas que midieran variables adicionales, como la toma de decisiones o la capacidad de salto, lo cual habría enriquecido el análisis realizado.

Conforme concluimos este trabajo experimental, se abren nuevas líneas de investigación para ampliar el conocimiento existente y abordar preguntas aún sin respuesta.

- Medir no solo variables físicas y fisiológicas, sino también el esfuerzo percibido en las tareas de calentamiento, así como su asociación con la percepción de estar preparada para afrontar el partido. Además, sería interesante evaluar aspectos técnico-tácticos como la precisión de pases, goles anotados, entre otros, mediante análisis de vídeo. A través de este enfoque multidimensional se podría comprender de manera integral los efectos del calentamiento, y determinar qué tipo de calentamiento es óptimo antes de un partido.
- Comparar ambos tipos de calentamiento (i.e. campo y banda) en un ambiente de partido real. De esta manera, entrarán en juego factores estrechamente asociados a la competición, lo que permitirá determinar la eficacia relativa de cada calentamiento en el contexto de juego y competición.

- Analizar el efecto del calentamiento en las diferentes posiciones de juego, lo que puede proporcionar información valiosa para adaptar el calentamiento a las necesidades específicas de cada jugador.
- Estudiar el calentamiento en campo y en banda en un equipo profesional, para así conocer su efectividad en un entorno de alto rendimiento.

8. Referencias Bibliográficas

Bastida Castillo, A., Gómez Carmona, C. D., De la Cruz Sánchez, E., & Pino Ortega, J. (2018). Accuracy, intra- and inter-unit reliability, and comparison between GPS and UWB-based position-tracking systems used for time-motion analyses in soccer. *European Journal of Sport Science*, *18*(4), 450-457. https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1427796

Ben Brahim, M., Sal-De-Rellán, A., García-Valverde, A., Yasin, H., & Raya-González, J. (2023). The effect of three different pre-match warm-up structures on male professional soccer players' physical fitness. *PeerJ*, *11*. Scopus. https://doi.org/10.7717/peerj.15803

Bishop, D. (2003). Warm up II: Performance changes following active warm up and how to structure the warm up. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, *33*(7), 483-498. https://doi.org/10.2165/00007256-200333070-00002

Bizzini, M., Impellizzeri, F. M., Dvorak, J., Bortolan, L., Schena, F., Modena, R., & Junge, A. (2013). Physiological and performance responses to the «FIFA 11+» (part 1): Is it an appropriate warm-up? *Journal of Sports Sciences*, *31*(13), 1481-1490. https://doi.org/10.1080/02640414.2013.802922

Bradley, P., Peñas, C., & Rey, E. (2014). Evaluation of the Match Performances of Substitution Players in Elite Soccer. *International journal of sports physiology and performance*, *9*, 415-424. https://doi.org/10.1123/IJSPP.2013-0304

Bradley, P. S., & Ade, J. D. (2018). Are Current Physical Match Performance Metrics in Elite Soccer Fit for Purpose or Is the Adoption of an Integrated Approach Needed? *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *13*(5), 656-664. https://doi.org/10.1123/ijspp.2017-0433

Bradley, P. S., Lago-Peñas, C., & Rey, E. (2014). Evaluation of the match performances of substitution players in elite soccer. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *9*(3), 415-424. https://doi.org/10.1123/ijspp.2013-0304

Brophy, R. H., Backus, S., Kraszewski, A. P., Steele, B. C., Ma, Y., Osei, D., & Williams, R. J. (2010). Differences between sexes in lower extremity alignment and muscle activation

during soccer kick. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*, *92*(11), 2050-2058. https://doi.org/10.2106/JBJS.I.01547

Castillo, D., Rodríguez-Fernández, A., Nakamura, F. Y., Sanchez-Sanchez, J., Ramirez-Campillo, R., Yanci, J., Zubillaga, A., & Raya-González, J. (2021). Influence of Different Small-Sided Game Formats on Physical and Physiological Demands and Physical Performance in Young Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *35*(8), 2287-2293. https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003114

Christensen, B. K., & Nordstrom, B. J. (2008). The effects of proprioceptive neuromuscular facilitation and dynamic stretching techniques on vertical jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *22*(6), 1826-1831. https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31817ae316

Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* (2.ª ed.). Routledge. https://doi.org/10.4324/9780203771587

Coutts, A. J., Rampinini, E., Marcora, S. M., Castagna, C., & Impellizzeri, F. M. (2009). Heart rate and blood lactate correlates of perceived exertion during small-sided soccer games. *Journal of Science and Medicine in Sport*, *12*(1), 79-84. https://doi.org/10.1016/j.jsams.2007.08.005

Daneshjoo, A., Mokhtar, A. H., Rahnama, N., & Yusof, A. (2013). Effects of the 11+ and Harmoknee Warm-up Programs on Physical Performance Measures in Professional Soccer Players. *Journal of Sports Science & Medicine*, *12*(3), 489-496. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3772593/

Datson, N., Drust, B., Weston, M., Jarman, I. H., Lisboa, P. J., & Gregson, W. (2017). Match Physical Performance of Elite Female Soccer Players during International Competition. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *31*(9), 2379-2387. Scopus. https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001575

Datson, N., Hulton, A., Andersson, H., Lewis, T., Weston, M., Drust, B., & Gregson, W. (2014). Applied physiology of female soccer: An update. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, *44*(9), 1225-1240. https://doi.org/10.1007/s40279-014-0199-1

Del Coso, J., Herrero, H., & Salinero, J. J. (2018). Injuries in Spanish female soccer players. *Journal of Sport and Health Science*, *7*(2), 183-190. https://doi.org/10.1016/j.jshs.2016.09.002

Diaz-Seradilla, E., Rodríguez-Fernández, A., Rodríguez-Marroyo, J. A., Castillo, D., Raya-González, J., & Villa Vicente, J. G. (2022). Inter- and intra-microcycle external load analysis in female professional soccer players: A playing position approach. *PloS One*, *17*(3), e0264908. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0264908

FIFA. (2023). Fútbol femenino Encuesta a las federaciones miembro. *www.fifa.com.* https://digitalhub.fifa.com/m/6973d06842598476/original/Futbol-femenino-encuesta-a-las-federaciones-miembro-2023.pdf

Gregson, W. A., Batterham, A., Drust, B., & Cable, N. T. (2005). The influence of pre-warming on the physiological responses to prolonged intermittent exercise. *Journal of Sports Sciences*, *23*(5), 455-464. https://doi.org/10.1080/02640410410001730214

Griffin, J., Larsen, B., Horan, S., Keogh, J., Dodd, K., Andreatta, M., & Minahan, C. (2020). Women's Football: An Examination of Factors That Influence Movement Patterns. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *34*(8), 2384. https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003638

Hills, S. P., Barrett, S., Feltbower, R. G., Barwood, M. J., Radcliffe, J. N., Cooke, C. B., Kilduff, L. P., Cook, C. J., & Russell, M. (2019). A match-day analysis of the movement profiles of substitutes from a professional soccer club before and after pitch-entry. *PloS One*, *14*(1), e0211563. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0211563

Hills, S. P., Barwood, M. J., Radcliffe, J. N., Cooke, C. B., Kilduff, L. P., Cook, C. J., & Russell, M. (2018). Profiling the Responses of Soccer Substitutes: A Review of Current Literature. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, *48*(10), 2255-2269. https://doi.org/10.1007/s40279-018-0962-9

Jeffreys, I. (2007). Jeffreys I (2007) Warm-up revisited: The ramp method of optimizing warm-ups. Professional Strength and Conditioning. (6) 12-18. *Professional Strength and Conditioning*, 12-18.

Kiani, A., Hellquist, E., Ahlqvist, K., Gedeborg, R., Michaëlsson, K., & Byberg, L. (2010). Prevention of soccer-related knee injuries in teenaged girls. *Archives of Internal Medicine*, *170*(1), 43-49. https://doi.org/10.1001/archinternmed.2009.289

Krustrup, P., Mohr, M., Ellingsgaard, H., & Bangsbo, J. (2005). Physical Demands during an Elite Female Soccer Game: Importance of Training Status. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *37*(7), 1242. https://doi.org/10.1249/01.mss.0000170062.73981.94

Krustrup, P., Mohr, M., Nybo, L., Draganidis, D., Randers, M. B., Ermidis, G., Ørntoft, C., Røddik, L., Batsilas, D., Poulios, A., Ørtenblad, N., Loules, G., Deli, C. K., Batrakoulis, A., Nielsen, J. L., Jamurtas, A. Z., & Fatouros, I. G. (2022). Muscle metabolism and impaired sprint performance in an elite women's football game. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, *32*(S1), 27-38. https://doi.org/10.1111/sms.13970

Larruskain, J., Lekue, J. A., Diaz, N., Odriozola, A., & Gil, S. M. (2018). A comparison of injuries in elite male and female football players: A five-season prospective study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, *28*(1), 237-245. https://doi.org/10.1111/sms.12860

López-Valenciano, A., Raya-González, J., Garcia-Gómez, J. A., Aparicio-Sarmiento, A., Sainz de Baranda, P., De Ste Croix, M., & Ayala, F. (2021). Injury Profile in Women's Football: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, *51*(3), 423-442. https://doi.org/10.1007/s40279-020-01401-w

Mara, J. K., Thompson, K. G., Pumpa, K. L., & Morgan, S. (2017). Quantifying the High-Speed Running and Sprinting Profiles of Elite Female Soccer Players During Competitive Matches Using an Optical Player Tracking System. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *31*(6), 1500. https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001629

McGowan, C. J., Pyne, D. B., Thompson, K. G., & Rattray, B. (2015). Warm-Up Strategies for Sport and Exercise: Mechanisms and Applications. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, *45*(11), 1523-1546. https://doi.org/10.1007/s40279-015-0376-x

Milanovic, Z., Sporis, G., James, N., Trajkovic, N., Ignjatovic, A., Sarmento, H., Trecroci, A., & Borges Mendes, B. M. (2017). Physiological Demands, Morphological Characteristics,

Physical Abilities and Injuries of Female Soccer Players. *JOURNAL OF HUMAN KINETICS*, *60*(1), 77-83. https://doi.org/10.1515/hukin-2017-0091

Ostenberg, A., & Roos, H. (2000). Injury risk factors in female European football. A prospective study of 123 players during one season. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, *10*(5), 279-285. https://doi.org/10.1034/j.1600-0838.2000.010005279.x

Panduro, J., Ermidis, G., Røddik, L., Vigh-Larsen, J. F., Madsen, E. E., Larsen, M. N., Pettersen, S. A., Krustrup, P., & Randers, M. B. (2022). Physical performance and loading for six playing positions in elite female football: Full-game, end-game, and peak periods. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, *32 Suppl 1*, 115-126. https://doi.org/10.1111/sms.13877

Pardeiro, M., & Yanci, J. (2017). Warm-up effects on physical performance and psychological perception in semi professional soccer players (In Spanish). *RICYDE. Revista internacional de ciencias del deporte*, *48*, 104-116.

Raya-González, J., de Ste Croix, M., Read, P., & Castillo, D. (2020). A Longitudinal Investigation of Muscle Injuries in an Elite Spanish Male Academy Soccer Club: A Hamstring Injuries Approach. *Applied Sciences*, *10*(5), Article 5. https://doi.org/10.3390/app10051610

Rico-González, M., Oliveira, R., Palucci Vieira, L. H., Pino-Ortega, J., & Clemente, F. M. (2022). Players' performance during worst-case scenarios in professional soccer matches: A systematic review. *Biology of Sport*, *39*(3), 695-713. Scopus. https://doi.org/10.5114/BIOLSPORT.2022.107022

Russell, M., Benton, D., & Kingsley, M. (2011). The effects of fatigue on soccer skills performed during a soccer match simulation. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *6*(2), 221-233. https://doi.org/10.1123/ijspp.6.2.221

Sassi, R. H., Dardouri, W., Yahmed, M. H., Gmada, N., Mahfoudhi, M. E., & Gharbi, Z. (2009). Relative and Absolute Reliability of a Modified Agility T-test and Its Relationship With Vertical Jump and Straight Sprint. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *23*(6), 1644. https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181b425d2

Silva, J. R., Magalhaes, J., AscensaO, A., Seabra, A. F., & Rebelo, A. N. N. (2013). Training status and match activity of professional soccer players throughout a season. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *27*(1), 20-30. Scopus. https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31824e1946

Silva, L. M., Neiva, H. P., Marques, M. C., Izquierdo, M., & Marinho, D. A. (2018). Effects of Warm-Up, Post-Warm-Up, and Re-Warm-Up Strategies on Explosive Efforts in Team Sports: A Systematic Review. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, *48*(10), 2285-2299. https://doi.org/10.1007/s40279-018-0958-5

Soligard, T., Myklebust, G., Steffen, K., Holme, I., Silvers, H., Bizzini, M., Junge, A., Dvorak, J., Bahr, R., & Andersen, T. E. (2008). Comprehensive warm-up programme to prevent injuries in young female footballers: Cluster randomised controlled trial. *BMJ (Clinical Research Ed.)*, *337*, a2469. https://doi.org/10.1136/bmj.a2469

Taylor, J. M., Weston, M., & Portas, M. D. (2013). The effect of a short practical warm-up protocol on repeated sprint performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *27*(7), 2034-2038. https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182736056

van den Tillaar, R., Lerberg, E., & von Heimburg, E. (2019). Comparison of three types of warm-up upon sprint ability in experienced soccer players. *Journal of Sport and Health Science*, *8*(6), 574-578. https://doi.org/10.1016/j.jshs.2016.05.006

Woods, K., Bishop, P., & Jones, E. (2007). Warm-up and stretching in the prevention of muscular injury. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, *37*(12), 1089-1099. https://doi.org/10.2165/00007256-200737120-00006

Zois, J., Bishop, D. J., Ball, K., & Aughey, R. J. (2011). High-intensity warm-ups elicit superior performance to a current soccer warm-up routine. *Journal of Science and Medicine in Sport*, *14*(6), 522-528. https://doi.org/10.1016/j.jsams.2011.03.012

Zubillaga, A., Gabbett, T. J., Fradua, L., Ruiz-Ruiz, C., Caro, Ó., & Ervilla, R. (2013). Influence of Ball Position on Playing Space in Spanish Elite Women's Football Match-Play. *International Journal of Sports Science & Coaching*, *8*(4), 713-722. https://doi.org/10.1260/1747-9541.8.4.713

Anexos

Anexo 1. Imagen del documento informado para la investigación clínica.

DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA INVESTIGACIÓN CLÍNICA QUE NO IMPLIQUE MUESTRAS BIOLÓGICAS
HOSPITAL CLÍNICO UNIVERSITARIO DE VALLADOLID

V.SEP-2021

DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA INVESTIGACIÓN CLÍNICA QUE NO IMPLIQUE MUESTRAS BIOLÓGICAS

HOSPITAL CLÍNICO UNIVERSITARIO DE VALLADOLID

SERVICIO:

INVESTIGADOR RESPONSABLE: Laura de la Fuente Arenas y Daniel Castillo Alvira

TELÉFONO DE CONTACTO: 662354004 **EMAIL:** laurafuentearenas@gmail.com

NOMBRE DE LA LÍNEA DE TRABAJO: Influencia del tipo de calentamiento sobre la capacidad de esprint y la habilidad para cambiar de dirección en jugadoras semiprofesionales de fútbol.

VERSIÓN DE DOCUMENTO: (Número de versión, fecha):

I) Finalidad de la línea de trabajo propuesta:

Analizar el impacto del calentamiento en el rendimiento físico y fisiológicas de las jugadoras. El estudio consiste en tres sesiones distribuidas a lo largo de tres semanas. En la primera sesión, se recopilarán los datos antropométricos (edad, peso y altura) y se evaluará la capacidad de esprint y de cambio de dirección mediante las pruebas 30 metros esprint y Modified Agility T-test. En la segunda y tercera sesión, se llevará a cabo un calentamiento en campo (simulando el que realizan las titulares antes de un partido) y otro en banda (simulando el que realizan las suplentes) durante 15 minutos, seguido de las dos pruebas mencionadas y la monitorización de un partido simulado de 15 minutos mediante dispositivos GPS.

II) Algunas consideraciones sobre su participación:

Es importante que Vd., como participante en esta línea de trabajo, conozca varios aspectos importantes:

A) Su participación es totalmente voluntaria.

B) Puede plantear todas las dudas que considere sobre su participación en este estudio.

C) No percibirá ninguna compensación económica o de otro tipo por su participación en el estudio. No obstante, la información generada en el mismo podría ser fuente de beneficios comerciales. En tal caso, están previstos mecanismos para que estos beneficios reviertan en la salud de la población, aunque no de forma individual en el participante.

D) Los datos personales serán tratados según lo dispuesto en la normativa que resulte de aplicación, como es el Reglamento (UE) 2016/679, de 27 de abril, General de Protección de Datos Personales, y su normativa de desarrollo tanto a nivel nacional como europeo.