



universidad  
de león

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER EN INNOVACIÓN E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS DE LA  
ACTIVIDAD FÍSICA Y EL DEPORTE

Curso académico 2015/2016

**CARGA INTERNA Y EXTERNA EN JUEGOS DE ESPACIO REDUCIDO CON DIFERENTE ORIENTACIÓN EN  
FUTBOLISTAS DE ÉLITE SURAMERICANOS**

Internal and External Load during Small Sided Games with Different  
Orientation in Southamerican Elite Soccer Players

Autor: Saulo Andrés Chamorro

Tutor: José A. Rodríguez Marroyo

Fecha: 11/09/2016

VºBº TUTOR:

VºBº AUTOR:

*Saulo Chamorro*

## Índice

|     |                                |    |
|-----|--------------------------------|----|
| 1   | Resumen .....                  | 2  |
| 2   | Abstract.....                  | 3  |
| 3   | Introducción.....              | 4  |
| 4   | Objetivos .....                | 6  |
| 5   | Metodología.....               | 7  |
| 5.1 | Sujetos.....                   | 7  |
| 5.2 | Procedimientos .....           | 7  |
| 5.3 | Análisis estadístico .....     | 9  |
| 6   | Resultados.....                | 11 |
| 7   | Discusión .....                | 14 |
| 8   | Limitaciones del estudio ..... | 19 |
| 9   | Conclusiones .....             | 19 |
| 10  | Referencias.....               | 20 |

## 1 Resumen

Se examinó las exigencias físicas en futbolistas élite suramericanos en un microciclo precompetitivo, usando GPS (1Hz.), en juegos de espacio reducido (JER) y competencia amistosa (PDA). En los JER la distancia total recorrida y la velocidad media son mayores en el juego 1 (*posesión de balón sin porterías*) que en el juego 2 (*porterías pequeñas sin porteros*) (~7-8%) y J2>J3 (~6-7%). La velocidad máxima fue mayor en el Juego 3 (*portería reglamentaria y portero*) que en el J2 (6.4%), J2>J1 (8%). Al comparar PDA y JER, se observó diferencias significativas en la velocidad media, máxima, desplazamientos a intensidad alta y frecuencia cardiaca máxima. La distancia recorrida a baja y alta intensidad fueron menor y mayor, respectivamente en PDA respecto a los J1 y J2, sin diferencias significativas con el J3. En general, los JER ofrecen un método específico de formación, con limitaciones en acciones de alta intensidad y sprint repetidos.

*Palabras clave:* Fútbol; juegos en espacio reducido; GPS; carga física; frecuencia cardiaca.

## 2 Abstract

The physical demands of South American elite soccer player in a pre competitive microcycle were examined using a GPS (1Hz.), in small-sided games (SGs) and friendly matches (FMs). In SGs the total distance covered and average speed are higher in game 1 (possession the ball without arc) than in game 2. (small arc without goalkeeper) (~7-8%) and G2>G3 (~6-7%). The maximum speed was higher in game 3 (regulated arc and goalkeeper) than in G2 (6.4%), G2>G1 (8%). When FMs and SGs were compared, significant differences were observed in average speed, high intensity efforts, and maximum heart rate. The covered distance in low and high intensity were lesser and greater, respectively in FMs regarding to G1 and G2, without significant differences with G3. In general, SGs offer a specific training method with limitations in high intensity actions and repeated sprint.

*Keywords:* soccer; small-sided games; GPS; physical load; heart rate.

### 3 Introducción

En la actualidad, en los procesos de entrenamiento en fútbol, tanto en la formalidad de las prácticas sistemáticas (Gabbett, Jenkins y Abernethy, 2009) como en la informalidad de los juegos de calle (Hill Hass, et al., 2011), los juegos en espacio reducido (JER) son el medio más usado por los entrenadores y deportistas de las diferentes categorías de formación (Hill Hass, et al., 2011). Estos juegos tienen implícitas acciones de colaboración-oposición y se desarrollan replicando las características reglamentarias, superficie de campo (ratio jugadores/tamaño del campo; ratio ancho/largo del campo) e indumentaria de la actividad competitiva (Casamichana y Castellano, 2012). Existen varias modalidades de JER, siendo el formato 4x4 el más utilizado en la literatura científica, y con presencia de portero es el que a priori más similitud tiene con la competición después del formato 8x8 (Hill Hass, et al. 2011).

Esta similitud y complejidad a la vez, hace pertinente el uso de los JER como una alternativa al entrenamiento tradicional (Hill-Haas, 2009a) ya que son específicos (Impellizzeri, 2006; Reilly, et al., 2009; Mallo y Navarro, 2008) para el desarrollo de la resistencia (Hill-Haas, 2009b; Impellizzeri, 2006), en especial la de carácter interválico (Reilly y White, 2004), y la capacidad de realizar acciones de alta intensidad, que resultan determinantes en el rendimiento óptimo de los futbolistas (Rampinini, 2006). Además, los JER tienen la ventaja de desarrollar conjuntamente los componentes físico, técnico, táctico (Jones y Drust, 2007; Litle, et al., 2009; Flanagan y Merrick, 2002; Gabbett y Mulvey, 2008) y modelar las acciones de la actividad competitiva (Owen, 2004) con altos grados de motivación hacia el cumplimiento de los objetivos de la preparación (Hoff y Helgerud, 2004).

La similitud de acciones con la actividad competitiva, aun teniendo en cuenta la variación que generan los comportamientos individuales (Clemente, et al., 2012) se puede lograr con la manipulación de las características de los juegos: pequeñas modificaciones de las reglas (Little, 2009; Duarte, 2010; Hill Hass, 2010 en Casamichana, 2012), el tamaño del terreno de juego (Kelly & Drust, 2009; Owen et al, 2004; Tessitore, et al., 2006), la relación entre el tamaño del terreno y el número de jugadores (Rampinini, et al., 2007; Casamichana y Castellano, 2010; Casamichana, et al., 2012), las zonas específicas de ataque y defensa (Dellal et al, 2008; Mallo & Navarro, 2008), el número de jugadores (Katis & Kellis, 2009; Aroso, et al., 2004; Jones y Drust, 2007; Litle y Williams, 2006; Rampinini, et al. 2007; Hill Has, et al. 2009; Williams y Owen, 2007), la duración de los formatos de juego (Tessitore, et al., 2006, Hill Hass, et al. 2009), la presencia o no del entrenador (Katis, et al., 2009; Hoff, et al., 2002; Rampinini, et al., 2007), las diferencias según la orientación del espacio (Casamichana, 2011), las diferencias por la inclusión/exclusión de porteros (Mallo y Navarro, 2008; Casamichana, et al., 2012) y la combinación de algunas de estas variables (Aroso, et al.,2004; Hill Hass, et al., 2009b; Jones et al., 2007; Rampinini, et al., 2007; Williams, et al., 2007).

La “orientación del espacio” se refiere a la presencia o ausencia de objetivos espaciales para conseguir interacciones de marca (Parlebas, 2001 en Casamichana, et al., 2011), permitiendo la modelación del juego mediante acciones y transiciones específicas que no generan confusión en la aplicación de tareas precompetitivas. Los estudios sobre los efectos de la orientación del espacio en la carga interna y externa son discrepantes. Mientras unos encuentran valores similares de frecuencia cardiaca (media y porcentaje de la máxima) y distancia recorrida (metros por minuto) en JER de 3x3 en

jóvenes futbolistas, otros observaron una disminución en la respuesta fisiológica (no evaluaron la carga externa) cuando se orientó el espacio en JER de 4x4 en futbolistas aficionados (Casamichana et al., 2011). Esto pone de manifiesto la necesidad de llevar a cabo estudios sobre esta temática, a ser posible, en futbolistas de mayor nivel.

La influencia de la inclusión/exclusión de los porteros en la carga interna y externa de los JER es, todavía hoy, un tema de debate. Algunos estudios afirman que la inclusión de porteros incrementa la respuesta fisiológica (Dellal, et al., 2008), posiblemente debido a una alta motivación por anotar-proteger su portería, y a un alto nivel de experiencia de los jugadores. Sin embargo, lo más normal en jugadores de menor nivel es que la carga fisiológica y externa (volumen e intensidad de los desplazamientos) sean menores en JER con portero que sin portero. Posiblemente por asumir los jugadores una organización ofensiva y defensiva relacionada con sus roles en el campo de juego, delimitados por su cercanía a la portería propia o rival (Mallo y Navarro, 2008; Koklu et al., 2013). Casamichana et al., (2011) y Koklu et al. (2013) analizaron el efecto de la incorporación del portero en la carga interna de jóvenes jugadores de fútbol de nivel aficionado y jóvenes jugadores. Hasta donde llega nuestro conocimiento, ningún estudio realizado con futbolistas de alto nivel ha analizado el efecto de los porteros en la carga interna y externa de los JER.

Aunque el objetivo de los JER es reproducir los requerimientos físicos de la competición, en algunos deportes como el baloncesto se ha afirmado que la carga externa es mayor en partidos amistosos que en JER (Montgomery, 2010). En fútbol femenino, en términos generales se acepta que los JER simulan, de forma general, el patrón de movimiento durante los partidos, aunque se han observado diferencias en los desplazamientos a alta intensidad, que son mayores en los partidos. Un estudio reciente que ha comparado los JER y los partidos amistosos en futbolistas semi-profesionales (tercera división española) ha mostrado que se recorría mayor distancia por minuto de juego en los JER, aunque se observó un mayor número de desplazamientos a alta intensidad y con mayor frecuencia en los partidos amistosos (Casamichana et al., 2012). Hasta la fecha, ningún estudio ha comparado conjuntamente la carga interna y externa de los JER con la de los partidos en jugadores de alto nivel.

#### 4 Objetivos

Después de la revisión bibliográfica realizada nos hemos planteado con la ejecución de este estudio la consecución de los siguientes objetivos:

- Analizar en futbolistas de alto nivel la influencia de la orientación del espacio y la inclusión de los porteros en la carga interna y externa de los juegos reducidos.
- Comparar la carga interna y externa analizada en los juegos reducidos y el juego real.

## 5 Metodología

### 5.1 Sujetos

Participaron en el presente estudio 10 jugadores profesionales de fútbol. Todos ellos fueron miembros de la Selección Nacional de Ecuador que compitió en la Copa América de 2011 (Tabla 1). Varios de estos jugadores pertenecen a clubes de élite mundial (Premier League, Federación Española de Fútbol, Federación Mexicana y Conmebol). Previamente a la realización del estudio, los directivos, cuerpo técnico y los jugadores fueron informados sobre los procedimientos a llevar a cabo, requisitos, beneficios y riesgos del estudio. Además, se obtuvo la autorización institucional junto con el consentimiento escrito de los jugadores. El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad Surcolombiana (Colombia) y siguió las pautas descritas en la Declaración de Helsinki.

### 5.2 Procedimientos

Los jugadores se incorporaron a la concentración tras finalizar (después de 10-15 días) las respectivas temporadas en las diferentes Ligas donde competían para desarrollar la preparación planificada antes de la Copa América de Fútbol de 2011 en Argentina (Julio – Agosto 2011). La concentración se llevó a cabo en Quito (Ecuador), y tuvo una duración de 3 semanas, a razón de 6 entrenamientos semanales. Durante la segunda semana de preparación (sábado por la tarde) se programó un Partido Amistoso de la FIFA (PDA) entre las Selecciones de Ecuador y México (11x11 jugadores). En este encuentro se registraron la carga interna y externa de cada jugador participante, según se describe más adelante. Durante la misma semana (miércoles por la mañana) se aplicaron tres formatos diferentes de JER de 4x4 jugadores. Los registros del PDA y los JER se tomaron en condiciones ambientales similares (~17 °C de temperatura, ~46 % de humedad relativa y a una altitud de 2780 m), a una altitud calificada como moderada (>2000 m – 3000 m) (Bartsh, et al., 2008) y en campos de fútbol de césped natural. Previamente, los jugadores realizaron un calentamiento de 20 minutos que consistía en una activación general, movilidad articular y estiramientos, ejercicios generales y específicos (aceleraciones, saltos) (Owen et al., 2013).

Se seleccionaron 10 jugadores (excluyendo al portero), atendiendo al número de GPS disponibles y a su posición en el campo de juego: 3 defensas centrales y delanteros centro, 5 jugadores de banda y 2 mediocampistas (Villa, et al., 1999; Casamichana, et al., 2012). El entrenador seleccionó a los 10 jugadores de mayor nivel táctico, técnico, físico y rendimiento en partidos oficiales (Castellano y Casamichana, 2010), atendiendo a la distribución mencionada. Estos jugadores fueron titulares en el PDA y fueron distribuidos de forma equilibrada a la hora de ejecutar los JER.

La carga interna y externa de los jugadores durante los JER y el PDA se monitorizó utilizando el dispositivo de GPS (SPI-ELITE, GPSports, Canberra, ACT, Australia) utilizado en estudios previos (Buchheit, et al., 2013; Dellal, et al., 2011; Barbero, et al., 2010; Mendez, et al., 2010). El desplazamiento

y la frecuencia cardíaca se registraron a intervalos de 1 Hz con el dispositivo GPS que se ubicó en un arnés de neopreno ajustable en la parte superior de la espalda, entre los omóplatos (Bucheitt, et al. 2012, Barbero, et al. 2010). Siguiendo las indicaciones del fabricante, el dispositivo se encendió 15 minutos antes del inicio del calentamiento, introduciéndolo después en el bolsillo posterior del arnés de neopreno y colocando la banda torácica de frecuencia cardíaca. Una vez finalizados los JER o PDA, transcurridos más de cinco minutos y una vez en el vestuario, se retiraron ambos dispositivos.

Los registros de los dispositivos fueron descargados a un ordenador portátil, analizándose mediante el software específico (Team AMS V.2.5, GPSports, Canberra, ACT, Australia). En él se determinaron la carga interna y externa de cada JER y PDA. La media de las dos repeticiones de cada uno de los tres JER fue considerada como valor representativo. Como reflejo de la carga interna se utilizaron los valores de frecuencia cardíaca máxima (FCmax) y media (FCmed). Como reflejo de la carga externa se determinaron la distancia total recorrida, distancia relativa a los minutos de juego, velocidad media y máxima, así como los porcentajes de distancia total recorrida a diferentes intensidades de esfuerzo: 1- Zona de baja intensidad, por debajo de 13 km/h; 2- Zona de media intensidad, entre 13-16 km/h y 3- Zona de alta intensidad, superior a 16 km/h (Randers, et al. 2010; Bucheit, et al., 2010, Hill Hass, et al. 2011).

Se desarrollaron dos series de tres JER con diferente orientación del espacio e inclusión de porteros (figura 1). Todos los jugadores fueron familiarizados previamente con los formatos de JER utilizados en este estudio ya que fueron usados de manera regular en los entrenamientos de sus respectivos equipos. El Juego 1 consistió en mantener la posesión del balón el mayor tiempo posible, sin limitación en el número de toques a utilizar. El Juego 2 consistió en marcar gol en una de las dos porterías pequeñas (1.20 x 2.00 m) que se encontraban en el campo contrario. El Juego 3 consistía en marcar gol en una portería reglamentaria (2.44 x 7.32 m) que se encontraba en campo contrario y con presencia de un portero.

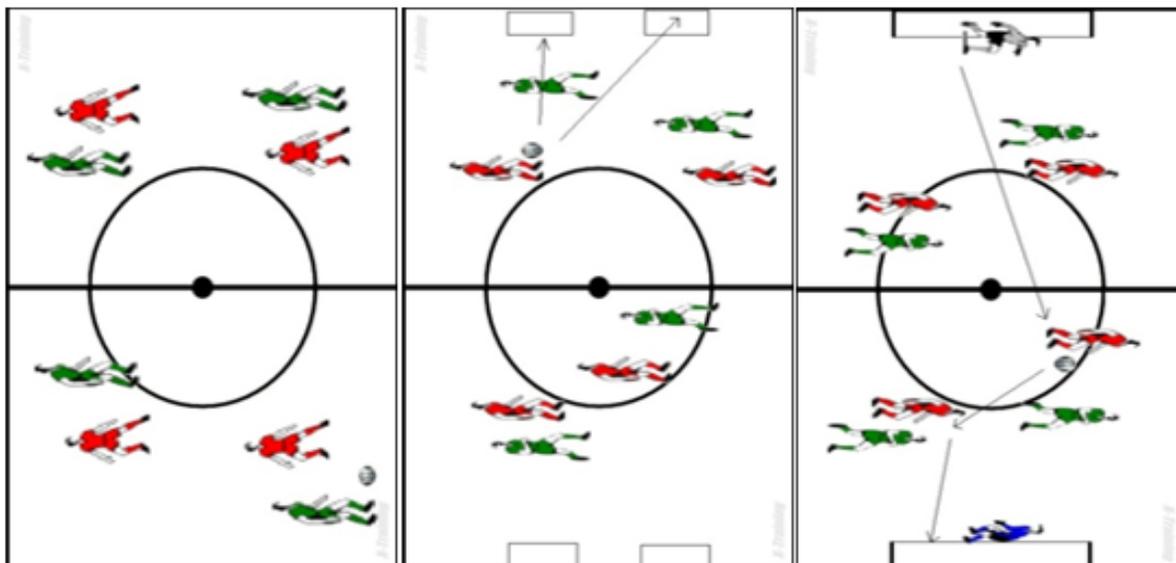


Figura 1. Representación gráfica de los tres formatos de juegos reducidos. J1 representa el juego reducido de posesión de balón; J2 representa el juego reducido con doble porterías pequeñas; y J3 representa el juego reducido con porteros y porterías reglamentarias.

Todos los JER mencionados tuvieron una duración de 4 min, con 3 min de recuperación entre cada uno de ellos, que fueron aprovechados para cambiar al juego siguiente (Casamichana y Castellano, 2010; Rampinini et al., 2007). En ninguno de ellos se aplicó la regla del "fuera de juego". Se estandarizaron las dimensiones del terreno de juego (27 x 43 m), para que cada jugador ocupara un área de  $\sim 148 \text{ m}^2$ , que es el área típicamente utilizada en los JER de 4x4 (Hill-Hass, 2011) y para mantener la proporción típica de un terreno de juego ( $\sim 1:1.6$ , ancho:largo). Con todo ello, se intentó reproducir de manera más próxima las respuestas fisiológicas y técnicas de la competición (Jones, 2007; Hill-Hass, 2011; Koklu et al., 2011). Alrededor del área de juego se ubicaron 10 balones para facilitar la iniciación inmediata de juego cuando el balón salía del área demarcada, permitiendo así una mayor continuidad de las acciones (Dellal et al, 2012; Casamichana y Castellano, 2009). Un miembro del cuerpo técnico motivó y alentó la participación activa de los jugadores, y se permitió la hidratación ad libitum en el intermedio de la primera serie de juegos (Hill-Hass, 2011; Dellal et al., 2012).

### 5.3 Análisis estadístico

Los resultados se expresaron como media  $\pm$  SD. El software SPSS+ V.17.0 fue utilizado para el análisis estadístico (SPSS, Inc., Chicago, IL, USA). El test de Kolmogorov-Smirnov fue aplicado para asegurar la distribución normal de las variables analizadas. Un análisis de la varianza (ANOVA) para medidas repetidas fue utilizado para analizar el efecto de la orientación del espacio y la inclusión de los porteros en la carga interna y externa de los JER, así como las diferencias entre los JER y el PDA. La prueba post-

hoc de Newman-Keuls se utilizó para establecer diferencias entre las medias. Valores de  $p < 0.05$  fueron considerados como estadísticamente significativos.

## 6 Resultados

La tabla 1 muestra las principales características de los futbolistas que participaron en el estudio.

*Tabla 1. Características de los futbolistas.*

|                                | <b>media<math>\pm</math>SD</b> | <b>Rango</b> |
|--------------------------------|--------------------------------|--------------|
| Edad (años)                    | 26.6 $\pm$ 4.0                 | 22.0 – 33.0  |
| Peso (kg)                      | 78.7 $\pm$ 3.3                 | 72.0 – 84.0  |
| Talla (m)                      | 1.79 $\pm$ 0.05                | 1.7 – 1.90   |
| Experiencia Profesional (años) | 7.9 $\pm$ 3.6                  | 2.0 – 13.0   |

La tabla 2 muestra los valores de carga interna y externa registrada durante el Partido Amistoso y las tres modalidades de JER. Al comparar los tres tipos de JER, observamos diferencias en la carga externa registrada ( $p < 0.05$ ), pero no en la carga interna ( $p > 0.05$ ). Concretamente la distancia total recorrida ( $F = 24.0$ ,  $p < 0.001$ ) y velocidad media ( $F = 21.7$ ,  $p < 0.001$ ) fueron mayores en el Juego 1 que en el Juego 2 (~7-8%), y en este último mayores que en el Juego 3 (~6-7%). Lo contrario ocurrió con la velocidad máxima ( $F = 11.6$ ,  $p < 0.001$ ), que fue mayor en el Juego 3 que en el Juego 2 (6.4%), y en este último mayor que en el Juego 1 (8%). Las diferencias en distancia total recorrida y velocidad media se debieron fundamentalmente a una distribución distinta de las velocidades a las distintas intensidades (Figura 2).

Tabla 2. Carga interna y externa (media±SD) analizadas en el Partido Amistoso y los tres tipos de juegos reducidos.

|               | Partido                 | Juego 1   | Juego 2                  | Juego 3                  |                           |
|---------------|-------------------------|-----------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Carga Externa | Distancia recorrida (m) | 4781±578  | 451.1±47.4 <sup>†*</sup> | 418.8±41.9 <sup>†#</sup> | 392.7±39.3 <sup>†\$</sup> |
|               | Velocidad media (km/h)  | 6.49±0.42 | 6.73±0.70 <sup>*</sup>   | 6.26±0.60 <sup>†#</sup>  | 5.88±0.60 <sup>†\$</sup>  |
|               | Velocidad máxima (km/h) | 27.0±3.46 | 18.70±0.80 <sup>†*</sup> | 20.20±1.70 <sup>†#</sup> | 21.50±2.60 <sup>†\$</sup> |
|               | Baja intensidad (%)     | 80.9±3.5  | 85.1±4.5 <sup>†</sup>    | 84.6±4.5 <sup>†</sup>    | 82.9±4.1                  |
|               | Media intensidad (%)    | 9.5±2.1   | 10.1±3.1 <sup>*</sup>    | 8.4±2.9                  | 8.0±2                     |
|               | Alta intensidad (%)     | 9.6±3.2   | 4.8±2.0 <sup>†*</sup>    | 7.0±3.0 <sup>†#</sup>    | 9.1±3.5 <sup>†\$</sup>    |
| Carga Interna | FC media (ppm)          | 153±17    | 160±21                   | 158±22                   | 159±20                    |
|               | FC máxima (ppm)         | 192±12    | 177±23 <sup>†</sup>      | 177±24 <sup>†</sup>      | 179±18 <sup>†</sup>       |

Nota: Partido (Partido Amistoso FIFA); Juego 1 (posesión de balón sin porterías); Juego 2 (juego con porterías pequeñas sin porteros); Juego 3 (juego con portería reglamentaria y portero). \* Diferencias significativas ( $p<0.05$ ) con el Partido (†), entre Juego 1 y Juego 2 (\*); entre Juego 1 y Juego 3 (\$); entre Juego 2 y Juego 3 (#). Véase Figura 1 para la descripción de los JER.

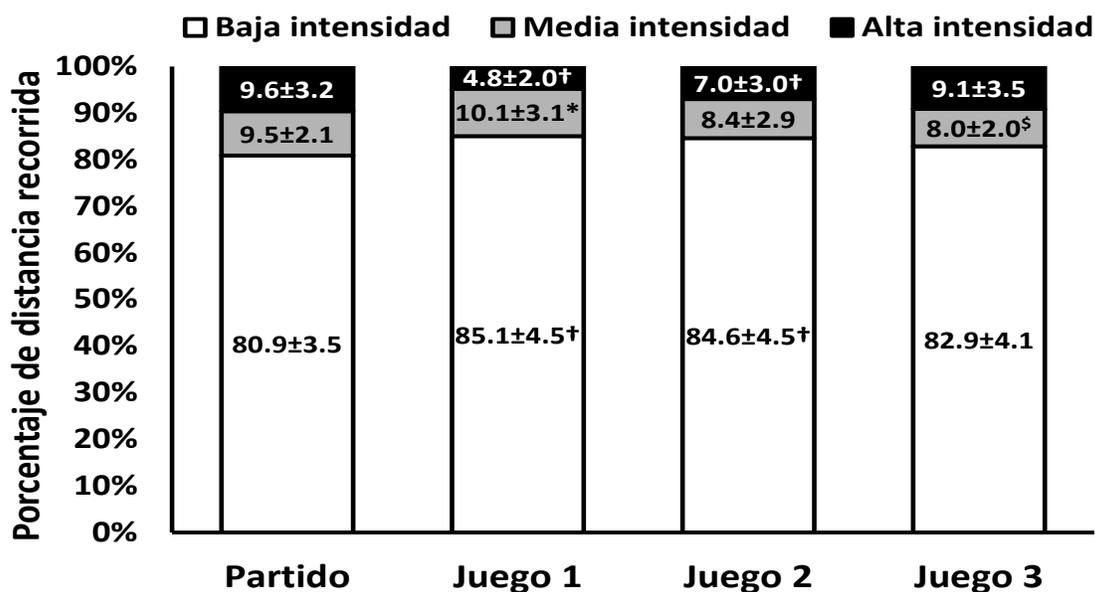


Figura 2. Porcentaje de distancia recorrida a baja, media y alta intensidad obtenidas en el Partido Amistoso y los tres tipos de juegos reducidos. \* Diferencias significativas ( $p<0.05$ ) con el Partido (†), entre Juego 1 y Juego 2 (\*); entre Juego 1 y Juego 3 (\$). Véase Figura 1 para la descripción de los juegos reducidos.

Al comparar el Partido Amistoso y los JER, observamos diferencias significativas en la velocidad media ( $F= 8.4$ ,  $p<0.001$ ), máxima ( $F= 22.5$ ,  $p<0.001$ ), desplazamiento a intensidad alta ( $F= 5.42$ ,  $p<0.01$ ) y frecuencia cardíaca máxima ( $F= 4.2$ ,  $p<0.01$ ), sin diferencias significativas en el resto de variables analizadas (Tabla 1). También se observaron diferencias significativas en la distancia recorrida a baja ( $F= 2.6$ ,  $p<0.05$ ) y alta intensidad ( $F= 5.4$ ,  $p<0.01$ ), que fueron menor y mayor, respectivamente, en el Partido respecto a los Juegos 1 y 2, sin diferencias significativas con el Juego 3 (Figura 2). El Partido tuvo más intensidad media (expresada en metros recorridos por minuto) que el Juego 3, pero similar a los Juegos 1 y 2 (Figura 3): Los JER mostraron diferencias significativas, tal y como se ha comentado anteriormente para la velocidad media.

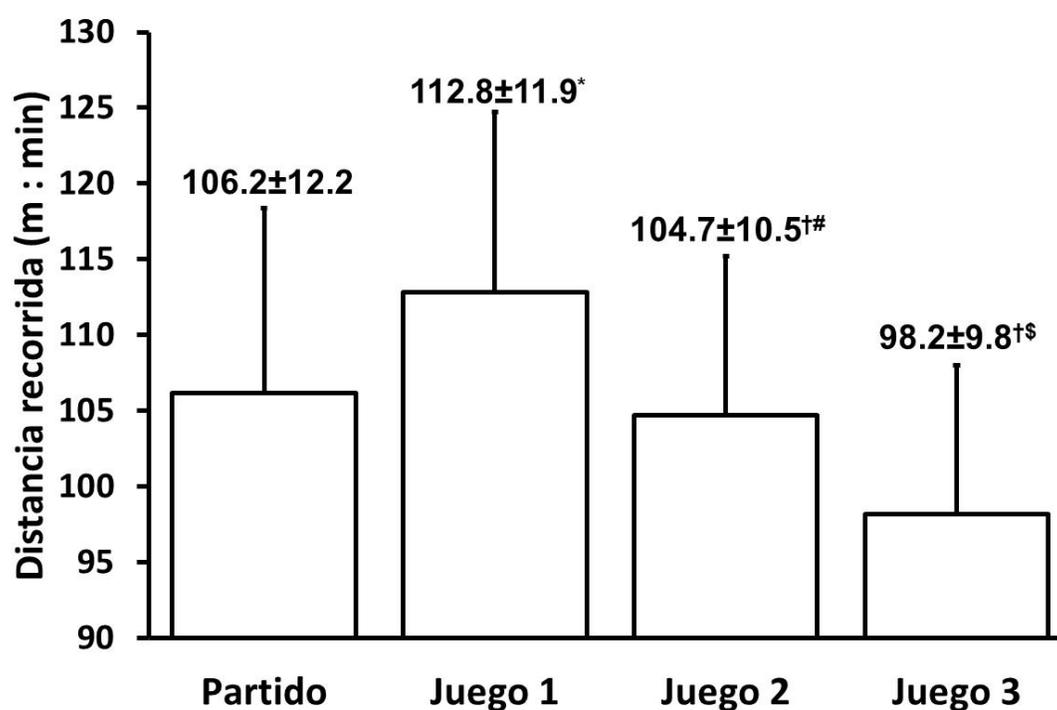


Figura 3. Distancia relativa recorrida a baja, media y alta intensidad obtenidas en el Partido Amistoso (Partido) y los tres tipos de juegos reducidos. \* Diferencias significativas ( $p<0.05$ ) con el Partido (†), entre Juego 1 y Juego 2 (\*); entre Juego 1 y Juego 3 (\$) ; entre Juego 2 y Juego 3 (#). Véase Figura 1 para la descripción de los juegos.

## 7 Discusión

En la última década y en la actualidad los GPS se han utilizado ampliamente para la valoración de los deportes de equipo, ya que proporcionan una información válida y fiable de las cargas de trabajo de entrenamiento físico (Barbero Álvarez et al., 2010; Coutts et al., 2010; McLellan et al., 2011; Randers et al., 2010; Larsson et al., 2003), las unidades de GPS modernos integran registros de acelerometría y ritmo cardíaco (Carling et al., 2008), lo que permite una mayor y más completa información de la actividad realizada por los deportistas (Mallo, Mena, Nevado y Paredes, 2015).

Este es el primer estudio que compara la carga interna (frecuencia cardíaca media y máxima) y externa (velocidad de carrera media y máxima, porcentaje de distancia recorrida en zonas de baja, media y alta intensidad) en JER y partidos amistosos (FIFA) en futbolistas profesionales élite masculinos. Se encontró que el patrón general de alta intensidad en PDA es mayor que en JER, acorde a estudios similares en futbolistas semiprofesionales (Casamichana, 2012).

Comparando los tres JER, con relación a la respuesta fisiológica observada a través de los valores de FCmed y FCmax no hay diferencias significativas, lo cual contrasta con estudios previos realizados con jóvenes futbolistas (Mallo y Navarro, 2008). Estos estudios han mostrado que la FC es menor en los JER con presencia de porteros. Del mismo modo, Koklu et al. (2013) observaron en jóvenes futbolistas que realizaron JER de formato 4x4 sin portero las mayores intensidades de trabajo (porcentajes de la FCmax, acumulación de lactato y percepción subjetiva del esfuerzo), y las mayores distancias recorridas en LIR, MIR, HIR y distancia total en comparación a los juegos realizados con portero. Similar comportamiento se ha observado también en los juegos que emplean zonas de ataque o porterías pequeñas (Duarte, 2010).

Por lo que se puede deducir que la inclusión de objetivos y orientación del espacio en los JER incorpora en los futbolistas un concepto de organización y ubicación ofensiva-defensiva que hace que el juego se torne más pausado con acciones más grupales y por tanto un menor número de intervenciones de los jugadores. Según Casamichana (2011), este comportamiento podría deberse a la pérdida de tiempo efectivo del juego, producido por los disparos a puerta que en la gran mayoría de los casos aumenta la permanencia de tiempo del balón fuera de juego. En este trabajo con el fin de minimizar esta pérdida de tiempo se dispusieron balones en los costados de los espacios de JER, lo cual pudo influir en los resultados obtenidos. Sería importante incluir en futuros análisis la variable de tiempo real de juego, para aprobar o desestimar la hipótesis de que en estos JER el balón permanece un mayor tiempo fuera de juego o de que en la actividad competitiva hay mayor número de pausas por la intervención del árbitro y el control que ejerce sobre las acciones de los competidores.

Igualmente, se puede indicar que la orientación del juego con las implicaciones que genera en los conceptos de zona de ataque – defensa y por tanto de asumir roles específicos de competencia genera una mayor o más alta respuesta de RPE. Se podría pensar que la presión de juego o la estrategia y táctica con mayores exigencias generan en el deportista una mayor tensión y carga física – mental, por lo que ejecutan un mayor esfuerzo (Berma, 2013).

En cuanto a la variable distancia recorrida el mayor valor y la alta heterogeneidad de los resultados en el porcentaje de distancia recorrida a altas intensidades de carrera presentado en el J3 con la presencia de portero ( $9.1 \pm 3.48$  vs  $7 \pm 2.99$  y  $4.8 \pm 2$  en J3, J2 y J1, respectivamente), se asocia a la necesidad y capacidad de los jugadores experimentados de asumir roles especializados propios de la competencia y de sus habilidades de juego, más el aspecto motivacional generado por el duelo competitivo. En estos formatos de JER de 4x4 se observan situaciones tácticas diferenciadoras de roles ofensivos y defensivos que implican una mayor o menor exigencia según el nivel de participación o maestría deportiva. Por simular en alta manera los patrones de movimiento de la competencia es previsible que se desarrollen mayor cantidad de acciones ofensivas de ataque al arco de alta velocidad, sprint y sprint repetidos al igual que las defensivas para contrarrestarlas (Gabbett y Mulvey, 2008).

En el J1 (juego de posesión de balón) se observaron la mayor distancia recorrida (451.1 m vs 418.8 m y 392.7 m en J1, J2 y J3, respectivamente), mayor distancia relativa (112.8 m/min vs 104.7 m/min y 98.2 m/min en J1, J2 y J3, respectivamente) y mayor velocidad media (6.7 km/h vs 6.3 km/h y 5.9 km/h en J1, J2 y J3, respectivamente). Según Mallo y Navarro (2008) esto podría explicarse por una mayor exigencia del jugador que participa de manera activa en el juego, tanto en las acciones sin balón (más metros recorridos y mayor velocidad en los desplazamientos) como con balón (mayor número de intervenciones en el juego sin diferenciar las zonas donde deban realizarse). Teniendo en cuenta que no existe una “orientación del espacio” los jugadores deben conservar o mantener el balón mucho más tiempo en acción de juego, lo cual produce que el deportista realice constantes movimientos (movilidad para recibir).

Al comparar los resultados de los juegos con los de estudios anteriores se encuentran valores similares a los datos reportados en jugadores de fútbol sala, pero con distintos sistemas de monitorización: fotogrametría 2D (117.3 y 121 m/min) y tecnología GPS (118 m/min) (Barbero y Castagna, 2007; Barbero, Soto, Barbero y Granda, 2008; Castagna, Ottavio, Granda y Barbero, 2009). Por el contrario, en baloncesto y usando tecnología GPS se ha determinado que la carga física es mayor en los partidos amistosos que en los juegos (Montgomery et al., 2010). En este sentido Casamichana y Castellano (2012) en futbolistas semiprofesionales y con tecnología GPS, encontraron que se recorrió mayor distancia en los JER (118.3 m/min) que en partidos amistosos.

La distancia relativa (m/min) recorrida en JER de manera general en este estudio fue de  $105.2 \pm 10.7$  m/min, la FCmed de  $159 \pm 21$  ppm, el porcentaje de la FCmax de 82.0% y un porcentaje de disminución de J1 a J3 de 12.9% en distancia total. Estos resultados comparados con los analizados por Mallo y Navarro (2008), quien desarrollo un formato de JER diferenciado con objetivos de orientación del espacio (3x3.5 min), fueron menores en 10.3%, 2.7%, 2.2% y 11.3%, respectivamente. Los resultados obtenidos en el presente estudio en J1 frente al de Mallo y Navarro (2008) fueron menores en un 24.5%, 7.5% y 9.5%, respectivamente. Tomando como referencia un estudio comparativo entre JER y partidos amistosos en futbolistas semiprofesionales, se observa que la distancia recorrida en JER en este estudio es de  $105.2 \pm 10.7$  m/min y la velocidad máxima de carrera en juego de  $20.1 \pm 1.7$  km/h, comparativamente serían menores en un 11.0% y 0.8%, respectivamente. En partidos amistosos la distancia fue de 106.2 m/min y la velocidad máxima de 27.0 km/h, comparativamente menor en la distancia en un 6.0% y similar en la velocidad máxima (Casamichana y Castellano, 2012).

En formatos 4x4 de los JER, de forma general, el estudio actual indica que la FCmed y el porcentaje de la FCmax fue menor (10.9% y 6.2%) a la de estudios precedentes (Dellal et al., 2012). Del mismo

modo, se obtuvieron valores menores en J1 (10.4%), J2 (11.5%) y J3 (10.9%) en el porcentaje de la FCmax. En J1 (posesión) y en J3 se obtuvieron valores menores (6.7% y 1.5%, respectivamente) al del estudio mencionado. En competencias amistosas, en el estudio actual la FCmed y el porcentaje de la FCmax fueron menores (7% y 6.3%, respectivamente) al estudio de Dellal et al. (2012) y similares a los valores encontrados en futbolistas semiprofesionales Colombianos (Chamorro, 2012).

El desarrollo de actividades de entrenamiento y competición en altura en deportistas, el rendimiento se ve afectado con alteraciones de las respuestas fisiológicas: incremento de frecuencia ventilatoria, la frecuencia cardiaca y la concentración de lactato ante una intensidad similar de actividad en el nivel del mar (Brooks et al. 1991; Wölfel et al 1991). Por el contrario, la FCmax disminuye en hipoxia aguda en un latido por minuto por cada 130 metros de incremento en altitud a partir de los 3000 metros de altura (Lundby et al., 2001 citado por Levine, Stray, Gundersen y Mehta 2008), esto permite afirmar que la frecuencia cardiaca máxima observada en este estudio en comparación con estudios previos es menor. Por lo que un jugador de fútbol ante cargas físicas similares a estas alturas puede percibir el esfuerzo como más "difícil", aunque su desempeño en acciones de velocidad puede ser mayor que al nivel del mar.

Es conocido que tanto las carreras de sprint y los sprints repetidos, incluida la recuperación entre esfuerzos, se consideran como indicador de rendimiento en futbolistas de élite, dado que la resíntesis de ATP puede ser más lenta en hipoxia (Haseler, Hogan y Rechardsson, 1999; Haseler, Lin y Richardson, 2004; Haseler, Lin, Hoff y Richardson, 2007) se puede deducir que aunque la densidad de aire facilite que un sprint pueda ser más rápido, los sprints repetidos pueden generar mayor fatiga, particularmente con periodos de recuperación más cortos (Brosnan, Martin, Hahn, Gore y Hawley, 2000). Para periodos de recuperación inferiores a una relación trabajo:recuperación de 1:3 se presentan efectos nocivos por la altitud, aproximadamente disminuye la capacidad en 2.5% por cada 1000 m de altitud (Brosnan et al., 2000). Esto es debido a que la recuperación durante las pausas es menor en hipoxia que en normoxia. Si bien los valores de  $VO_{2max}$  disminuyen de manera uniforme desde alturas de 800 m hasta los 2800 m, con un promedio de descenso del 6.3% (4.6 a 7.5%) por cada 1000 m de altitud; esta variable relacionada con la resistencia aeróbica disminuye con la altitud, mientras que el componente anaeróbico se mantiene (Medbo et. al., 1988). En el caso de los sprints repetidos con escasos y cortos periodos de recuperación puede presentar reducciones de 14% (10 a 18%) por cada 1000 m (Wehrin y Hallen, 2006). Dado que en los JER no se presentan un alto porcentaje de acciones de alta intensidad (sprints) y por tanto para este estudio se podría considerar que el efecto altitud no fue en ese caso el factor determinante en las diferencias encontradas entre los JER y PDA. Con esto se puede argumentar el por qué los datos del presente estudio fueron inferiores en las variables de permanencia en zonas de alta intensidad y que la velocidad máxima sea similar a los estudios de referencia ya que la altura no afecta la velocidad máxima en los primeros sprints.

Al comparar con estudios similares se encuentra que la distancia total recorrida y en cada zona de intensidad comparado con el estudio realizado en futbolistas profesionales en cuatro partidos de la Copa UEFA 2008-2009, con zonas de análisis similares y usando el sistema Amisco (Andrzejewski, Chmura, Pluta, Strzelczyk y Kasprzak, 2012) se obtiene específicamente en los resultados del primer tiempo que se recorrió un 14.0% menos en distancia total (4781±578 vs 5560±392 m), en velocidad media un 12.4% menos (6.5 vs 7.4 km/h), en distancia relativa al tiempo jugado un 14.0% menos (106.2 vs 123.6 m/min). Con relación al porcentaje de distancia recorrida en zonas de intensidad según la

velocidad en las zonas media y alta se obtuvo un menor porcentaje en 5.7% y 29.1% (9.5 vs 10.1% y 9.6% vs 13.5%) respectivamente, en zona baja intensidad el porcentaje fue mayor en 5.6% (80.9% vs 76.4%). Es pertinente aclarar que las zonas de análisis de la intensidad de carrera difieren mínimamente (DIB: 0 a 13 km/h vs 0 a 14 km/h; DIM: 13 a 16 km/h vs 14 a 17 km/h; DIA: >16 km/h vs >17km/h).

Las diferencias obtenidas al comparar los resultados de distancia recorrida con futbolistas de la Liga Inglesa, se intentan explicar en torno al posible Efecto de “Jugador Suramericano” que plantea que estos obtienen menores resultados en esta variable al compararlos con jugadores nacionales e internacionales que toman parte de esta liga, quizás debido a un menor nivel de condición física o rendimiento de los suramericanos, situación que se puede corroborar en los resultados de (Rienzi, Drust, Reilly, Carter y Martin, 2000), quien encontró que aun participando en la liga Inglesa los suramericanos recorrían en promedio un 14.5% menos que los nacionales e internacionales que militaban en esa liga; con una media para el primer y segundo tiempo de  $4605 \pm 625$  m y  $4415 \pm 634$  m, indicando una reducción significativa de la distancia total recorrida durante la segunda mitad del juego ( $p < 0.05$ ).

Siguiendo la línea de investigaciones en la Liga Premier sobre variables de rendimiento en futbolistas, (Bradley y Noakes, 2013), encontró que en promedio se recorre una distancia total de  $11252$  m  $\pm 843$ m, con relación a la distancia total en el primer tiempo se recorre  $5651 \pm 453$ m vs  $5601 \pm 488$ m lo cual indica una diferencia de 0.9% menor distancia en el segundo tiempo. Al comparar este valor (1t:  $5651 \pm 453$  m) con la distancia total recorrida en nuestro estudio (1t:  $4781 \pm 578$  m) se observa una diferencia en contra de 15.4%, si se toma como variable las carreras de alta intensidad (>19.8 km/h vs >16 km/h) con relación a la distancia recorrida en intensidades denominadas como HIR, aunque difiere en el rango de umbral de velocidad de esta zona y la metodología usada (sistema Prozone vs Gpsports Spi Elite), se puede observar que corresponde a una 9.8% de la distancia total, comparado con nuestro estudio es un mayor porcentaje de HIR (2.1%). Con la aclaración de la diferencia de metodología, estos valores resultan similares a los encontrados en la literatura especializada.

Tomando en cuenta las características intermitentes del juego del fútbol, se estima que la variable distancia total recorrida no es un gran indicador de rendimiento y, por lo tanto, en la actualidad se toma la distancia recorrida en altas velocidades como un indicador más apropiado de rendimiento y de alta correlación con el nivel de competencia de los futbolistas elite (Di Salvo, Gregson, Atkinson, Tordoff y Drust, 2009; Mohr, Krusturp y Bangsbo, 2003; Randers, Rostgaard y Krusturp, 2007).

Aunque en los JER son usados en jugadores elite que normalmente tienen tiempos limitados de entrenamiento debido a la alta congestión de los calendarios competitivos, además de ser una muy buena opción para optimizar el tiempo de trabajo y brindar una carga específica para el deporte (modelación de la competencia) tiene como situación particular que los jugadores están relativamente libres durante JER y su esfuerzo depende del nivel de motivación del individuo, que según (Morgans, 2014) también es influenciada por el tipo de estrategia de regulación de rendimiento que adopte el futbolista, frente a la carga física de competición y de entrenamiento (JER).

Según (Platt, Maxwell, Horn y Williams, 2005; Fenoglio, 2004) el uso de JER en formatos medianos en número de jugadores y tamaño del campo (3 vs 3 y 4 vs 4) permiten un mayor desarrollo técnico, por desarrollarse un mayor tiempo de posesión del balón, mayor número de disparos al arco y más duelos 1 vs 1. Además resultan adecuados para el desarrollo de la fuerza específica del fútbol, pues debido a las repetidas acciones de ataque con las respectivas aceleraciones, desaceleraciones, choques, cambios de dirección y duelos.

La utilización de JER en el formato de 4 min de carga por 3 min de recuperación, obedece a lo planteado por (Fanchini et al., 2011) quien plantea que la duración del ejercicio o carga puede provocar afectaciones en la cantidad y calidad de las acciones técnicas y físicas, aduciendo que durante el minuto seis del ejercicio se produce una disminución de la intensidad del ejercicio, valorada a través de la FC, durante el minuto seis de juego contra los JER de 2 y 4 min. En cuanto a las afectaciones en la técnica no se presentaron disminuciones en el número de acciones, lo que parece indicar que se podrían usar duraciones de JER entre 2 a 6 min sin afectar a la cantidad y calidad de las acciones técnicas.

El control de la variable HIR puede permitir valoraciones en cuanto a la fatiga que se produce durante la competencia (Aughey, 2010; Muggleston, Morris, Saunders y Sunderland, 2012; Varley, Elias y Aughey, 2012), se ha estudiado que la fatiga transitoria producida en un periodo intenso del juego genera menores acciones de HIR en periodos similares y posteriores de juego (Edwards y Noakes, 2009) e inclusive en una disminución de la distancia recorrida y distancia en acciones HIR en el segundo periodo de juego (Bradley, et al., 2009; Bradley et al., 2010; Mohr et al., 2010). Estas variaciones dependen también del nivel de condición física de los sujetos y también pueden ser el resultado de una estrategia de pacing (estrategia de regulación de rendimiento en entrenamiento y competencia) y no exclusivamente de la fatiga (Drust et al., 2007; Edwards y Noakes, 2009).

Waldron y Highton 2014 indicaron que el fútbol parece mostrar en sus jugadores una estrategia denominada "slow positive" de estimulación y regulación fuerte al inicio del juego y que gradualmente disminuye con los minutos de entrenamiento o competencia (se demuestra con una disminución de la distancia recorrida y HIR) que según (Aughey, 2010) les permitiría generar un aumento de las acciones de HIR en la fase final del partido. Adicionalmente, se plantea que luego de un periodo (5 min) de alta intensidad o pico en acciones HIR, los siguientes 5 minutos (19.1 m/min) fueron ligeramente menores en comparación con los valores de estudios similares (25.2 m/min y 22.8 m/min, respectivamente). Así mismo Bradley y Noakes (2013) demostraron que después de los periodos más intensos, los jugadores manifestaron una caída del 8% en la carrera de alta intensidad ( $p < 0.05$ ) en comparación con la media de partido, lo que persistió durante 5 min antes de recuperarse.

Al comparar los resultados con el estudio de Mallo (2015) con futbolistas profesionales de la Liga Española (24.8 años) en partidos amistosos y con análisis a través de sistemas GPS, se tiene que el valor de distancia total recorrida este es mayor en 11.4% ( $5396.5 \pm 577$  vs  $4781 \pm 578$  m), en distancia recorrida en acciones de baja intensidad (DBI:  $< 14.3$  vs  $< 13$  km/h) es menor en 5.6% ( $76.4\%$  vs  $80.9\%$ ), con relación a la distancia recorrida a moderada y alta intensidad (DM y AI:  $> 14.4$  vs  $> 13.0$  km/h) es mayor en 19% ( $23.6\%$  vs  $19.1\%$ ); con relación a la FC y más específicamente al porcentaje de Frecuencia cardiaca máxima teórica (%FCmaxt) al que corresponde el promedio de FC de un partido de fútbol (profesionales vs Elite) siendo mayor en 6.8% ( $84.7\%$  vs  $79.3\%$ ), tomado el valor de Fc max de juego (FCpico) con relación a la FCmaxt corresponde al 99.5 %FCmaxt; al comparar la velocidad máxima de juego (VMaxj) esta es mayor en 4.8% ( $28.3$  vs  $27$  km/h). Se aclara que aunque se utiliza en la metodología similares dispositivos GPS (Spi Elite, GPSPORT, Camberra, Australia), los datos del estudio de referencia fueron obtenidos en la totalidad de un partido y se ajustó con los que proporcionalmente se obtendrían en un primer tiempo para realizar la comparación, además se presenta una mínima diferencia entre los rangos de intensidad expresada en la velocidad de las acciones de carrera ( $14.3$  km/h vs  $13$  km/h), siendo menor en  $1,3$  km/h para los valores de este estudio. La distancia relativa recorrida en metros/minuto, se presenta un valor mayor en 11.4% ( $119.9 \pm 12.8$  m/min vs  $106.2 \pm 6.4$  m/min).

Igualmente, se observan resultados similares a los obtenidos en el estudio realizado por Torreño et al. (2016) quien analizó los rendimientos físicos y fisiológicos en intervalos de juego de 15 min, en futbolistas profesionales usando dispositivos GPS, se encontró que la distancia relativa fue mayor en 6% (113.0 vs 106.2 m/min) y la FC media de juego con respecto a la FCmax es mayor en 7.8% (86 vs 79.3 %FCmax).

En un estudio similar (Suarez-Arrones et al., 2014) al analizar a futbolistas profesionales en competición oficial usando dispositivos GPS durante el primer tiempo de juego, obtuvo una mayor distancia recorrida por minuto, siendo este valor mayor en 10.7% (118.9 vs 106.2 m/min), la FC media de juego con respecto a la FCmax es mayor en 8.9% (87.1 vs 79.3 %FCmax).

Con relación a los datos antropométricos, la edad y el peso medio de los futbolistas evaluados es mayor en un 4.2% (10.6%, 0.3% y 1.8%) y 4.4% (3.9%, 0.4% y 8.9%) respectivamente, la estatura es similar (0.0, 2.18% y 1.1%) a los resultados encontrados en estudios realizados en futbolistas elite de seleccionados Nacionales (Da Silva, Bloomfield y Bouzas, 2008; Kalapotharakos et al., 2011), profesionales internacionales diferentes a Suramérica (Da Silva et al., 2008, Sutton et al., 2009) y futbolistas profesionales Suramericanos (Rienzi et al., 2000; Da Silva et al., 2008).

## **8 Limitaciones del estudio**

La principal limitación de este estudio se refiere al tamaño de la muestra. Además, debido a que todos los jugadores eran del mismo equipo, no está claro si los resultados obtenidos serían generalizables a otros equipos y niveles competitivos. También cabe señalar que los partidos estudiados no eran oficiales. En todo caso, las diferencias observadas en el perfil físico podría ser aún mayor si JER fueron comparados con la competencia en lugar de los PDA.

## **9 Conclusiones**

En general, la literatura sugiere que los JER ofrecen un método específico de formación y logran replicar la mayor parte de las demandas de los partidos de competición. Sin embargo, los resultados de este estudio mostraron que JER, inclusive en una aplicación específica de microciclo precompetitivo, son limitados en relación con aspectos específicos de la competición, a saber, la estimulación insuficiente de los esfuerzos de alta intensidad y el pequeño número de sprints repetidos sumado a las pausas de recuperación hacen que difieran considerablemente de lo que ocurre en la competencia.

Se encontró que el patrón general de alta intensidad en PDA es mayor que en JER, al comparar los tres formatos de JER con relación a la respuesta fisiológica no se mostraron diferencias significativas. Sin embargo, sí que se observaron diferencias en la carga externa. Los mayores porcentajes de acciones de alta intensidad se analizaron en el J3. Por ello, este formato de JER parece ser idóneo para generar estímulos específicos a la actividad competitiva.

## 10 Referencias

- Andrzejewski, M, Chmura, J, Pluta, B, Strzelczyk, R, and Kasprzak, A. (2013). Analysis of sprinting activities of profesional soccer players. *J Strength Cond Res* 27(8): 2134–2140.
- Aroso, J., Rebelo, A. N., & Gomes-Pereira, J. (2004). Physiological impact of selected game-related exercises. *Journal of sports sciences*, 22(6), 522.
- Aughey, R. J. (2010). Australian football player work rate: evidence of fatigue and pacing. *Int J Sports Physiol Perform*, 5(3), 394-405.
- Barbero y Castagna (2007). Activity patterns in professional futsal players using global position tracking system. *J Sport Sci Med* 6: 208–209.
- Barbero, Soto, Barbero y Granda (2008). Match analysis and heart rate of futsal players during competition. *J Sport Sci* 26:63–73.
- Bärtsch, P., Saltin, B., & Dvorak, J. (2008). Consensus statement on playing football at different altitude. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 18(s1), 96-99.
- Barbero-Alvarez , Coutts, Granda , Barbero-Alvarez y Castagna (2010) . The validity and reliability of a global positioning satellite system device to assess speed and repeated sprint ability (RSA) in athletes . *J Sci Med Sport* 2010 ; 13 : 232 – 235].
- Bradley y Noakes (2013). "Match running performance fluctuations in elite soccer: Indicative of fatigue, pacing or situational influences?" *Journal of Sports Sciences*: 1-12.
- Bradley, P. S., & Noakes, T. D. (2013). Match running performance fluctuations in elite soccer: Indicative of fatigue, pacing or situational influences?. *Journal of sports sciences*, 31(15), 1627-1638.
- Bradley, P.S., Di Mascio, M., Peart, D., Wooster, B., Olsen, P. and Sheldon, B. (2010), High-intensity activity profiles of elite soccer players at different performance levels, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(9), 2343–2351.
- Bradley, P.S., Sheldon, W., Wooster, B., Olsen, P., Boanas, P. and Krustup, P. (2009), High-intensity running in English FA Premier League soccer matches, *Journal of sports sciences*, 27(2), 159–168.
- Berna, J. (2013). Physical fitness and training assessment during a volleyball player’s season, 2013-2014.
- Brooks, G. A., Butterfield, G. E., Wolfe, R. R., Groves, B. M., Mazzeo, R. S., Sutton, J. R., & Reeves, J. T. (1991). Decreased reliance on lactate during exercise after acclimatization to 4,300 m. *Journal of applied physiology*, 71(1), 333-341.
- Brosnan, M. J., Martin, D. T., Hahn, A. G., Gore, C. J., & Hawley, J. A. (2000). Impaired interval exercise responses in elite female cyclists at moderate simulated altitude. *Journal of Applied Physiology*, 89(5), 1819-1824.
- Buchheit, M., Simpson, B. M., & Mendez-Villanueva, A. (2013). Repeated high-speed activities during youth soccer games in relation to changes in maximal sprinting and aerobic speeds. *International journal of sports medicine*, 34(01), 40-48.
- Buchheit, M., Mendez-Villanueva, A., Simpson, B. M., & Bourdon, P. C. (2010). Repeated-sprint sequences during youth soccer matches. *International Journal of Sports Medicine*, 31(10), 709-716.

- Castagna, Ottavio, Granda y Barbero (2009). Match demands of professional futsal: A case study. *J Sci Med Sport* 12:490–494. Coutts y Duffield (2010). Validity and reliability of GPS devices for measuring movement demands of team sports . *J Sci Med Sport* 2010 ; 13 : 133 – 135].
- Casamichana, y Castellano (2009). Análisis de los diferentes espacios individuales de interacción y los efectos en las conductas motrices de los jugadores: aplicaciones al entrenamiento en fútbol. *Motricidad. European Journal of Movement*, 15(23), 143-167.
- Casamichana, Castellano, González-Morán, García-Cueto y García-López (2011). Demanda fisiológica en juegos reducidos de fútbol con diferente orientación del espacio. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 23(7), 141-154. <http://www.cafyd.com/REVISTA/02306.pdf>
- Casamichana, D., Castellano, J., & Castagna, C. (2012). Comparing the physical demands of friendly matches and small-sided games in semiprofessional soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(3), 837-843.
- Carling, C., Bloomfield, J., Nelsen, L., & Reilly, T. (2008). The role of motion analysis in elite soccer. *Sports medicine*, 38(10), 839-862.
- Clemente, F., Couceiro, M. S., Martins, F. M., & Mendes, R. (2012). The usefulness of small-sided games on soccer training. *Journal of Physical Education and Sport*, 12(1), 93.
- Chamorro, S. (2012). Carga física externa e interna en futbolistas. Editorial Surcolombiana, Neiva.
- Dellal, Chamari, Pintus , Girard, Cotte y Keller (2008). Heart rate responses during small-sided games and short intermittent running training in elite soccer players: a comparative study . *J Strength Cond Res* 2008 ; 22 : 1449 – 1457.
- Dellal, A., Hill-Haas, S., Lago-Penas, C., & Chamari, K. (2011). Small-sided games in soccer: amateur vs. professional players' physiological responses, physical, and technical activities. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(9), 2371-2381.
- Dellal, A., Drust, B., & Lago-Penas, C. (2012). Variation of activity demands in small-sided soccer games. *International journal of sports medicine*, 33(05), 370-375.
- Di Salvo, Gregson, Atkinson, Tordoff y Drust (2009). Analysis of high intensity activity in Premier League soccer. *Int J Sports Med*;3: 205– 212.
- Duarte, R., Araújo, D., Fernandes, O., Travassos, B., Folgado, H., Diniz, A., & Davids, K. (2010). Effects of different practice task constraints on fluctuations of player heart rate in small-sided football games. *The Open Sports Sciences Journal*, 3(1), 13-15.
- Drust, B., Atkinson, G., & Reilly, T. (2007). Future perspectives in the evaluation of the physiological demands of soccer. *Sports Medicine*, 37(9), 783-805.
- Edwards, A.M. and Noakes, T.D. (2009). Dehydration: Cause of fatigue or sign of pacing in elite soccer? *Sports Medicine*, 39(1), 1–13.
- Fanchini, Azzalin, Castagna , Schena, McCall y Impellizzeri (2011). Effect of bout duration on exercise intensity and technical performance of small-sided games in soccer. *J Strength Cond Res* 2011;25:453e8.
- Flanagan T, Merrick E. Quantifying the work-load of soccer players. In: *Science and Football IV*. Spinks, W, Reilly, T and Murphy, A, eds. London, Routledge, 2002; 341-349
- Gabbett, Jenkins y Abernethy (2009). Game-based training for improving skill and physical fitness in team sport athletes. *Int J Sports Sci Coach* 2009; 4 (2): 273-83).

- Gabbett, T. J., & Mulvey, M. J. (2008). Time-motion analysis of small-sided training games and competition in elite women soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(2), 543-552.
- Haseler, L. J., Hogan, M. C., & Richardson, R. S. (1999). Skeletal muscle phosphocreatine recovery in exercise-trained humans is dependent on O<sub>2</sub> availability. *Journal of applied physiology*, 86(6), 2013-2018.
- Haseler, L. J., Lin, A., Hoff, J., & Richardson, R. S. (2007). Oxygen availability and PCr recovery rate in untrained human calf muscle: evidence of metabolic limitation in normoxia. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 293(5), R2046-R2051.
- Haseler, L. J., Lin, A. P., & Richardson, R. S. (2004). Skeletal muscle oxidative metabolism in sedentary humans: <sup>31</sup>P-MRS assessment of O<sub>2</sub> supply and demand limitations. *Journal of applied physiology*, 97(3), 1077-1081.
- Hill-Haas, Dawson, Coutts y Rowseell (2009). Physiological responses and time–motion characteristics of various small-sided soccer games in youth players. *Journal of Sports Sciences*, 27(1): 1–8.
- Hill-Haas, Coutts, Dawson y Rowsell (2010). Time motion characteristics and physiological responses of small-sided games in elite youth players; the influence of player number and rule changes . *J Strength Cond Res* 2010 ; 24 : 2149 – 2156].
- Hill-Haas, S. V., Dawson, B., Impellizzeri, F. M., & Coutts, A. J. (2011). Physiology of small-sided games training in football. *Sports medicine*, 41(3), 199-220.
- Hoff, J., & Helgerud, J. (2004). Endurance and strength training for soccer players. *Sports medicine*, 34(3), 165-180.
- Hill-Haas, S. V., Rowsell, G. J., Dawson, B. T., & Coutts, A. J. (2009b). Acute physiological responses and time-motion characteristics of two small-sided training regimes in youth soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(1), 111-115.
- Hill-Haas, S. V., Dawson, B. T., Coutts, A. J., & Rowsell, G. J. (2009). Physiological responses and time–motion characteristics of various small-sided soccer games in youth players. *Journal of sports sciences*, 27(1), 1-8.
- Hoff, J., Wisløff, U., Engen, L. C., Kemi, O. J., & Helgerud, J. (2002). Soccer specific aerobic endurance training. *British journal of sports medicine*, 36(3), 218-221.
- Hoppe, M. W., Slomka, M., Baumgart, C., Weber, H., & Freiwald, J. (2015). Match Running Performance and Success Across a Season in German Bundesliga Soccer Teams. *International journal of sports medicine*, 36(07), 563-566.
- Impellizzeri, F. M., Marcora, S. M., Castagna, C., Reilly, T., Sassi, A., Iaia, F. M., & Rampinini, E. (2006). Physiological and performance effects of generic versus specific aerobic training in soccer players. *International journal of sports medicine*, 27(06), 483-492.
- Jones, S., & Drust, B. (2007). Physiological and technical demands of 4 v 4 and 8 v 8 games in elite youth soccer players. *Kinesiology*, 39(2):150-156
- Katis, A., & Kellis, E. (2009). Effects of small-sided games on physical conditioning and performance in young soccer players. *Journal of sports science and medicine*, 8(3), 374-380.

- Kelly, D. M., & Drust, B. (2009). The effect of pitch dimensions on heart rate responses and technical demands of small-sided soccer games in elite players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(4), 475-479.
- Koklu, Sert, Alendaroglu y Arslan (2013). "Comparison of the Physiological Responses and Time Motion Characteristics of Young Soccer Players in Small Sided Games: The Effect of Goalkeeper." *J Strength Cond Res* 12: 12.).
- Köklü, Y., Aşçı, A., Koçak, F. Ü., Alemdaroglu, U., & Dündar, U. (2011). Comparison of the physiological responses to different small-sided games in elite young soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(6), 1522-1528.
- Larsson, P. (2003). Global positioning system and sport-specific testing. *Sports Medicine*, 33(15), 1093-1101.
- Levine, B. D., Stray-Gundersen, J., & Mehta, R. D. (2008). Effect of altitude on football performance. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 18(s1), 76-84.
- Little, T. (2009). Optimizing the use of soccer drills for physiological development. *Strength & Conditioning Journal*, 31(3), 67-74.
- Little, T., & Williams, A. G. (2006). Suitability of soccer training drills for endurance training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 20(2), 316-319.
- Mallo y Navarro (2008). Physical load imposed on soccer players during small sided training games, *J Sport Med Phys fitness* 2007; 47:166-71.
- Mallo, J., Mena, E., Nevado, F., & Paredes, V. (2015). Physical demands of top-class soccer friendly matches in relation to a playing position using global positioning system technology. *Journal of human kinetics*, 47(1), 179-188.
- Medbo JJ, Mohn AC, Tabata I, Bahr R, Vaage O, Sejersted OM. Anaerobic capacity determined by maximal accumulated O2 deficit [see comments]. *J Appl Physiol* 1988; 64: 50–60.
- Mohr, M., Krstrup, P., & Bangsbo, J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of sports sciences*, 21(7), 519-528.
- Mohr, M., Mujika, I., Santisteban, J., Randers, M. B., Bischoff, R., Solano, R., Hewitt, A., Zubillaga, A., Peltola, E. and Krstrup, P. (2010), Examination of fatigue development in elite soccer in a hot environment: A multi-experimental approach, *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 20(SUPPL. 3), 125–132.
- Montgomery, Pyne y Minahan (2010). The physical and physiological demands of basketball training and competition. *Int JSports Physiol Perform* 5: 75–86.
- Muggleston, C., Morris, J. G., Saunders, B., & Sunderland, C. (2013). Half-time and high-speed running in the second half of soccer. *International journal of sports medicine*, 34(06), 514-519.
- McLellan, C. P., Lovell, D. I., & Gass, G. C. (2011). Performance analysis of elite rugby league match play using global positioning systems. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(6), 1703-1710.
- Nevado-Garrosa, F., & Suárez-Arrones, L. (2015). Comparación de las demandas físicas de tareas de fútbol reducido y la competición en jugadoras de fútbol sub 13.(Comparison of physical demands in small sided games and competition in football players under 13). *CCD. Cultura\_Ciencia\_Deporte. 文化-科技-体育* doi: 10.12800/ccd, 10(30), 235-243.

- Owen, A., Twist, C. & Ford, P. (2004). Small-sided games: the physiological and technical effect of altering pitch size and player numbers. *Insight*, 7(2), 50-53.
- Owen, A. L., Wong, D. P., Paul, D., & Dellal, A. (2014). Physical and technical comparisons between various-sided games within professional soccer. *International journal of sports medicine*, 35(04), 286-292.
- Platt, D., Maxwell, A., Horn, R., Williams, M., & Reilly, T. (2001). Physiological and technical analysis of 3 v 3 and 5 v 5 youth football matches. *Insight*, 4(4), 23-24.
- Randers, M. B., Mujika, I., Hewitt, A., Santisteban, J., Bischoff, R., Solano, R., & Mohr, M. (2010). Application of four different football match analysis systems: A comparative study. *Journal of sports sciences*, 28(2), 171-182.
- Randers, M. B., Rostgaard, T., & Krstrup, P. (2007). Physical match performance and yo-yo IR2 test results of successful and unsuccessful football teams in the Danish premier league. *J Sports Sci Med*, 6(Suppl 10), 16.
- Rampinini, Coutts, Castagna, Sassi y Impellizzeri (2007). Variation in top level soccer match performance. *Int J Sports Med*. 2007;28(12):1018–24.
- Randers, Mujika, Hewitt, Santisteban, Bischoff, Solano, Zubillaga, Peltola, Krstrup y Mohr (2010). Application of four different football match analysis systems: A comparative study. *J Sports Sci* 2010; 28 : 171 – 182].
- Reilly, T., Morris, T., & Whyte, G. (2009). The specificity of training prescription and physiological assessment: A review. *Journal of sports sciences*, 27(6), 575-589.
- Reilly, T. y White, C. (2004). Small-sided games as an alternative to interval-training for soccer players. *J Sports Sci*, 2004. 22, 559.
- Rienzi, Drust, Reilly, Carter y Martin (2000). Investigation of anthropometric and work-rate profiles of elite South American international soccer players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 2000;40(2):162-9.
- Ryland Morgans (2014). Principles and practices of training for soccer. *Journal of Sport and Health Science* 3:251e257.
- San Román-Quintana, J., Casamichana, D., Castellano, J., & Calleja-González, J. (2014). Comparativa del perfil físico y fisiológico de los juegos reducidos vs partidos de competición en fútbol. *Journal of Sport and Health Research*, 6(1), 19-28.
- Suarez-Arrones, Torreño, Requena, Sáez De Villarreal, Casamichana, Barbero-Alvarez, Munguía-Izquierdo (2014). Match-play activity profile in professional soccer players during official games and the relationship between external and internal load. *J Sports Med Phys Fitness*. 2015 Dec;55(12):1417-22. Epub 2014 Oct 7.
- Sutton, L., Scott, M., Wallace, J., & Reilly, T. (2009). Body composition of English Premier League soccer players: Influence of playing position, international status, and ethnicity. *Journal of Sports sciences*, 27(10), 1019-1026.
- Tessitore, A., Meeusen, R., Piacentini, M. F., Demarie, S., & Capranica, L. (2006). Physiological and technical aspects of "6-a-side" soccer drills. *Journal of sports medicine and physical fitness*, 46(1), 36.

- Torreño, Munguía-Izquierdo, Coutts, Sáez de Villarreal, Asian-Clemente y Suarez-Arrones (2016). Relationship Between External and Internal Load of Professional Soccer Players During Full-Matches in Official Games Using GPS and Heart Rate Technology. *Int J Sports Physiol Perform*.
- Varley, M. C., Elias, G. P., & Aughey, R. J. (2012a). Current match-analysis techniques underestimate of intense periods of high-velocity running. *Int J Sports Physiol Perform*, 7(2), 183-185.
- Waldron y Highton, (2014), Fatigue and pacing in high-intensity intermittent team sport: An update, *Sports Medicine*, 44, 1645–1658.
- Wehrlin JP, Hallen J. Linear decrease in Vo<sub>2</sub>max and performance with increasing altitude in endurance athletes. *Eur J Appl Physiol* 2006; 96: 404–412.
- Williams, K., & Owen, A. (2007). The impact of player numbers on the physiological responses to small sided games. *J Sports Sci Med*, 6(Suppl 10), 100.
- Wölfel, E. E., Groves, B. M., Brooks, G. A., Butterfield, G. E., Mazzeo, R. S., Moore, L. G., & McCullough, R. E. (1991). Oxygen transport during steady-state submaximal exercise in chronic hypoxia. *Journal of Applied Physiology*, 70(3), 1129-1136.