

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COSTA RICA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
ESCUELA DE CIENCIAS DEL MOVIMIENTO HUMANO Y CALIDAD DE VIDA**

**EFFECTOS DEL CÉSPED SINTÉTICO Y NATURAL SOBRE EL  
RENDIMIENTO FÍSICO Y TÉCNICO EN JUGADORES  
PROFESIONALES DE FÚTBOL**

Artículo científico sometido a la consideración del Tribunal Examinador de Trabajos de Graduación para optar por el grado y título de Licenciatura en Ciencias del Deporte con énfasis en Rendimiento Deportivo

**Juan Carlos Ávalos Guillén**

Campus Presbítero Benjamín Núñez, Heredia, Costa Rica

2017

# EFFECTOS DEL CÉSPED SINTÉTICO Y NATURAL SOBRE EL RENDIMIENTO FÍSICO Y TÉCNICO EN JUGADORES PROFESIONALES DE FÚTBOL

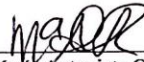
Juan Carlos Ávalos Guillén

Artículo científico sometido a la consideración del Tribunal Examinador de Trabajos de Graduación para optar por el título de Licenciatura en Ciencias del Deporte con énfasis en Rendimiento Deportivo cumple con los requisitos establecidos por la Universidad Nacional de Costa Rica. Heredia, Costa Rica.

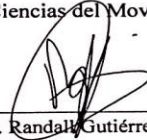
Miembros del Tribunal Examinador



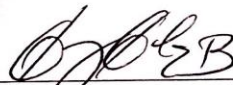
Ph. D. Felipe Araya Ramírez.  
Representante Decanato de la Facultad de Ciencias de la Salud



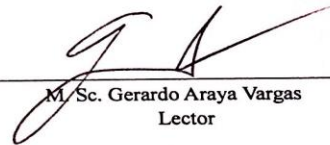
Dra. María Antonieta Ozols Rosales  
Representante Escuela Ciencias del Movimiento y Calidad de Vida



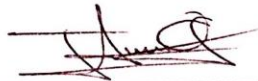
M. Sc. Randal Gutiérrez Vargas  
Tutor



M.Sc. Harry González Barrantes  
Lector



M. Sc. Gerardo Araya Vargas  
Lector



Juan Carlos Ávalos Guillén  
Sustentante

Artículo científico sometido a la consideración del Tribunal Examinador de Trabajos de Graduación para optar por el título de Licenciatura en Ciencias del Deporte con énfasis en Rendimiento Deportivo cumple con los requisitos establecidos por la Universidad Nacional de Costa Rica. Heredia, Costa Rica

# **EFFECTOS DEL CÉSPED SINTÉTICO Y NATURAL SOBRE EL RENDIMIENTO FÍSICO Y TÉCNICO EN JUGADORES PROFESIONALES DE FÚTBOL**

EFFECTS OF SYNTHETIC AND NATURAL GRASS ON THE PHYSICAL AND TECHNICAL PERFORMANCE IN PROFESSIONAL FOOTBALL PLAYERS

Juan Carlos Ávalos Guillén

Escuela de Ciencias del Movimiento Humano y Calidad de Vida, Universidad Nacional de Costa Rica

Dirección de contacto: [juan-a3@hotmail.com](mailto:juan-a3@hotmail.com) Costa Rica

## **Resumen**

El objetivo del presente estudio fue comparar el efecto del césped sintético y natural sobre el rendimiento físico y técnico en jugadores profesionales de fútbol. Para ello 17 futbolistas masculinos saludables ( $24,0 \pm 4,1$  años, estatura  $174 \pm 6,1$ cm; peso corporal  $73,4 \pm 6,3$  kg; porcentaje de grasa corporal  $14,2 \pm 2,3$ ;  $VO_{2\text{máx}}$   $55,54 \pm 5,34$  ml/kg/min) que entrenaban regularmente de 4 a 5 veces por semana, pertenecientes a un club de la Liga Profesional de Fútbol de Costa Rica fueron sometidos a diferentes pruebas realizadas en ambas superficies (prueba técnica, prueba de agilidad, prueba de esprines repetidos y un juego en espacio reducido (8 minutos, 32x 32 metros, 5 vrs 5) controlado mediante un sistema de geolocalización en dos sesiones separadas por 48 horas durante la pretemporada del club. No existen diferencias significativas entre el tipo de superficie y la prueba técnica (CN =  $12.93 \pm 4.56$ , CS =  $12.58 \pm 2.90$ ,  $p = .93$ ), la prueba de agilidad (CN =  $6.35 \pm 0.13$ s, CS =  $6.43 \pm 0.16$ s,  $p = .10$ ) y la prueba de esprines repetidos (CN =  $4.74 \pm 1.76$ , CS =  $4.24 \pm 1.62$ ,  $p = .92$ ). En cuanto a las variables

fisiológicas y cinemáticas analizadas en los juegos de espacios reducidos evaluados mediante geolocalización y una plantilla específica, los principales resultados encontrados son que existen diferencias significativas entre el tipo de superficie y la frecuencia cardiaca media (CN =  $168.47 \pm 8.79$ , CS =  $154.82 \pm 11.78$ ,  $p < .001$ ), la frecuencia cardiaca máxima (CN =  $183.17 \pm 8.31$ , CS =  $175.94 \pm 10.38$ ,  $p = .02$ ), la carga corporal (CN =  $34.28 \pm 11.20$ , CS =  $30.51 \pm 11.36$ ,  $p = .03$ ) los impactos totales (CN =  $230.05 \pm 89.53$ , CS =  $194.76 \pm 86.37$ ,  $p = .03$ ). Se concluye que la superficie con césped natural causó más impacto y más carga corporal en los jugadores que en la superficie sintética. Además, se concluye se concluye que entre ambas superficies no existen diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ) con respecto al aspecto técnico.

Palabras claves: césped, natural, artificial, fútbol.

### **Abstract**

The aim of the present study compares the effect of the synthetic and natural lawn on the physical and technical performance in professional players of football. For it 17 masculine healthy football players ( $24,0 \pm 4,1$  years, stature  $174 \pm 6,1$ cm; corporal weight  $73,4 \pm 6,3$  kg; percentage of corporal fat  $14,2 \pm 2,3$ ;  $VO_2$ máx  $55,54 \pm 5,34$  ml/kg/min) that were training regularly from 4 to 5 times per week, belonging to a club of the Professional League of Football of Costa Rica were submitted to different tests realized in both surfaces (technical test, it tries agility, test of sprint repeated and a game in limited space (8 minutes, 32x 32 meters, 5 vrs 5) evaluated by geolocation in two meetings separated for 48 hours during the pre-season. There are no significant differences between the type of surface and technical test (CN =  $12.93 \pm 4.56$ , CS =  $12.58 \pm 2.90$ ,  $p = .93$ ), the test of agility (CN =  $6.35 \pm 0.13$ s, CS =  $6.43 \pm 0.16$ s,  $p = .10$ ) and the test of repeated sprints (CN =  $4.74 \pm 1.76$ , CS =  $4.24 \pm 1.62$ ,  $p = .92$ ). In terms of

physiological and kinematic variables analyzed in the games of limited spaces evaluated by means of geolocation and a specific insole, the main results are that there are significant differences between the type of surface and cardiac average frequency (CN =  $168.47 \pm 8.79$ , CS =  $154.82 \pm 11.78$ ,  $p < .001$ ), the cardiac maximum frequency (CN =  $183.17 \pm 8.31$ , CS =  $175.94 \pm 10.38$ ,  $p = .02$ ), the corporal load (CN =  $34.28 \pm 11.20$ , CS =  $30.51 \pm 11.36$ ,  $p = .03$ ) and total impacts (CN =  $230.05 \pm 89.53$ , CS =  $194.76 \pm 86.37$ ,  $p = .03$ ). It is concluded that the natural grass surface caused more and more impact on the player's body burden in the synthetic surface. Moreover, it concludes concluded that between both surfaces there are no statistically significant differences ( $p < 0.05$ ) with respect to the technical aspect.

**Key words: grass, natural grass, artificial grass, soccer.**

## INTRODUCCIÓN

El fútbol se ha convertido en un fenómeno de gran impacto a nivel social. Según Gallardo (2009) más de 245 millones de personas en el mundo juegan al fútbol. Asimismo, el Gran Censo de la Federación Internacional de Fútbol Asociado (FIFA) (2006) asegura que un 4% de la población a nivel mundial participa activamente en el deporte. Como respuesta a este fenómeno de gran escala, en la última década la proliferación de campos de fútbol ha venido en aumento.

De acuerdo con datos del Censo Nacional de Instalaciones Deportivas del 2005 en España aportados por Gallardo, Felipe, Burillo y Gallardo (2010) existe un total de 8 331 campos de fútbol en esta nación. Este dato demuestra que los campos de fútbol se han convertido en una de las instalaciones deportivas con más demanda por la sociedad, ya sea en el ámbito competitivo o en el deporte recreativo (Gallardo, Sánchez, Gallardo, Felipe y Burillo, 2013).

Dentro de los avances que se están generando en el mundo del fútbol son los recursos materiales, concretamente las superficies de juego, las cuales han evolucionado en el transcurso del tiempo dependiendo de aspectos como el clima, el uso y/o el entorno socioeconómico. En la actualidad es posible encontrar diferentes tipos como hierba natural, tierra, césped artificial e incluso campos mixtos (Díez y Burillo, 2012).

El césped artificial es una superficie que trata de imitar las propiedades del césped natural con el objetivo de resolver muchos de los problemas, costos de mantenimiento y cuidado que implica conservar una cancha de césped natural. Estas superficies han demostrado ser promisorias para el mundo del deporte, pues son diversas las disciplinas deportivas que las emplean (Gallardo, 2009).

Basándose en datos de la Federación Española de Fútbol, Sanchis, Rosa y Magraner (2010) mencionan que el aumento del número de campos de fútbol de césped artificial ha sido enorme, en especial por el desarrollo tecnológico que han experimentado desde sus inicios. De hecho, en el año 2004 la FIFA decide incluir el césped sintético como un campo de juego para competiciones oficiales.

A pesar de su proliferación masiva, Díez y Burillo (2012) mencionan que no existe una bibliografía amplia que haya analizado la influencia de las diferentes superficies de juego en el fútbol, en especial por la falta de pruebas o test que permitan realizar estos contrastes. De igual forma, Hernández, Romero y Vaca (2013) argumentan que no existe aún un trabajo concreto y referencias bibliográficas específicas que demuestren alguna contribución a este tema.

Entre las pocas investigaciones disponibles, Díez y Burillo (2012) llevan a cabo un estudio en España en el que analizaron tres superficies (tierra, césped natural y césped artificial) realizando diferentes tipos de pruebas adaptadas al fútbol y encontraron que en las pruebas de

agilidad “cualidad que permite el dominio del cuerpo en el espacio con precisión y velocidad adecuadas” (Cañizares, 2011, p. 65), existieron diferencias significativas entre el césped natural (donde se obtuvieron los tiempos más bajos) con respecto a las otras dos superficies, pero no hallaron diferencias significativas entre el césped natural y la superficie artificial en el índice de fatiga. Estos datos sugieren que la superficie con césped natural favorece más el rendimiento físico y técnico.

En un estudio realizado por Andersson, Ekblom, y Krustup (2008) en el cual se examinaron los patrones de movimiento, habilidad con el balón y las impresiones de jugadores de fútbol élite suecos durante partidos competitivos en césped artificial y natural, se observa que no hay diferencias significativas entre ambas superficies en términos de distancia total recorrida (10,19 km vs. 10,87 km) ni en carreras de alta intensidad (1,86 km vs. 1,87 km). Además, los jugadores reportaron una impresión negativa en el control del balón y un mayor esfuerzo físico en el césped artificial en comparación con el césped natural. Se concluye que el patrón de juego y la técnica fueron similares durante los partidos tanto en césped artificial como en el césped natural.

Tanto el estudio de Díez y Burillo (2012) como el de Andersson et al (2008) coinciden en que no existen diferencias significativas en el rendimiento físico y la técnica entre las superficies, pero muestran que la superficie natural es más favorable según la percepción de los jugadores.

Debido a la controversia existente sobre los efectos del césped sintético en el rendimiento del fútbol, el máximo órgano director de este deporte a nivel mundial (FIFA) realizó un estudio en el año 2006 en donde se analizaron dos partidos (uno en superficie de césped sintética y otro en césped natural) de la Copa Unión de Asociaciones Europeas de Fútbol (UEFA). Algunas conclusiones de este estudio fueron que la superficie artificial no afectaba el desarrollo de un

partido de fútbol, que presentaba claras similitudes con los datos obtenidos en el césped natural y que los datos sugieren que los jugadores en la superficie artificial controlaban más fácilmente el balón, teniendo una mejor posesión del mismo y más cantidad de pases efectivos. A pesar de que pareciese que la superficie artificial mejora el desarrollo del juego, los datos contrastan con la percepción negativa generalizada que los jugadores poseen de esta.

En el caso de Costa Rica se ha dado un fenómeno de proliferación de canchas de césped sintético. Por ejemplo, Jiménez (2009) menciona que las canchas sintéticas ganan terreno de manera acelerada en el país pues ya para esa época existían cuatro estadios con césped sintético y 6 equipos más la instalarían en el transcurso del año.

Esta decisión de cambiar a superficie sintética se ha dado sin el respaldo de estudios científicos que permitan generar un criterio adecuado para velar por la seguridad de los jugadores y el desarrollo adecuado del juego, además de justificar esta inversión económica. Queda para futuras investigaciones enfocarse más en este tema, pues según se ha expuesto, el rendimiento físico y técnico no se ve perjudicado (en algunos casos, podría verse beneficiado) por jugar en superficies de césped sintético. Dada la problemática expuesta, el objetivo de este estudio fue analizar el efecto del tipo de césped (sintético y natural), sobre el rendimiento físico (índice de fatiga, frecuencia cardiaca, distancia, metros por minuto, carga corporal, magnitud de impactos, impactos totales) y técnico (Técnica, Agilidad, Pases +, Pases -, Remates directos, Remates indirectos y goles) en jugadores profesionales de fútbol, en Costa Rica

## **MÉTODOS**

### **Participantes**

La muestra estuvo compuesta por 17 futbolistas profesionales masculinos saludables, con una media de edad  $24,0 \pm 4,1$  años, una estatura promedio de  $174 \pm 6,1$ cm; un peso corporal

promedio de  $73,4 \pm 6,3$  kg; su porcentaje de grasa corporal fue de  $14,2 \pm 2,3$ ; el  $VO_{2m\acute{a}x}$  promedio fue de  $55,54 \pm 5,34$  ml/kg/min, que entrenaban regularmente de 4 a 5 veces por semana, pertenecientes a un club de la Liga Profesional de Fútbol de Costa Rica. La caracterización de los participantes se efectuó a partir de la medición de la capacidad aeróbica mediante un equipo de medición directa del consumo de oxígeno ( $VO_{2m\acute{a}x}$ ,  $VO_{2000}$ , marca MedGrapics®, Minnesota, Estados Unidos). La medición del peso corporal se realizó con una báscula digital marca Elite Series BC554, Tanita-Ironman®, Illinois, Estados Unidos con una sensibilidad de  $\pm 0.1$  kg. Para la talla se utilizó un tallímetro de pared. El porcentaje de grasa se obtuvo a partir de la absorciometría dual por Rayos X (DEXA, marca General Electric enCORE 2011®, software versión 13.6, Wisconsin, Estados Unidos).

### **Instrumentos y materiales**

Para la medición de variables se utilizan los siguientes instrumentos. Para la variable de la prueba técnica se utilizó el instrumento descrito por Sans y Frattarola (1999), el cual consiste en un circuito de actividades que mide diferentes fundamentos técnicos del fútbol: pases en corto, paredes, conducción de balón, pase largo y remate. Esta se puntúa de 0 a 50 puntos y a mayor puntaje mejor es el resultado (Ver Anexo 1). Cabe destacar que esta prueba presenta una limitante ya que Díez y Burillo (2012) afirman que no existen pruebas específicas para el fútbol y reiteran que no miden de forma objetiva la capacidad de un individuo como futbolista.

Para medir la agilidad en los jugadores en las diferentes superficies se utilizó la prueba descrita por Sans y Frattarola (1999) que consiste en correr a máxima velocidad y efectuar lo más rápido posible dos vueltas al recorrido que se expone (ver Anexo 2), en esta prueba se utilizaron dos pares de células fotoeléctricas utilizando el equipo marca Newtest Power timer throwing Gate #10700®, Oulu, Finlandia).

Para medir el índice de fatiga en las diferentes superficies, se utilizó la prueba de esprines repetidos descrito por Díez y Burillo (2012), la cual ha sido aplicada en múltiples investigaciones como Arjol y Gonzalo (2012), Clemente y Muñoz (2011) Rodríguez, Sánchez y Villa (2014) por su utilidad para medir los efectos producidos por el entrenamiento en la capacidad anaeróbica de los jugadores. Para el posterior análisis de los datos de esta prueba, se utilizó el software Kinovea versión 0.8.15, implementado en el estudio biomecánico del deporte.

Para la medición de las variables fisiológicas (distancia recorrida, promedio de metros por minuto, frecuencia cardiaca media y máxima, velocidad media, impactos, aceleraciones, desaceleraciones y carga corporal) se utilizó el sistema de posicionamiento satelital marca GPS, SP PRO X II GPSports, 15 Hz, Camberra, Australia, la validez y la fiabilidad de los dispositivos GPS de diferentes frecuencias, han quedado demostradas por Edgecomb y Norton (2006) al evaluar distintas velocidades en circuitos de diferente longitud ( $r = .998$ ,  $r = .989$ ,  $r = .999$ ).

El resultado obtenido por medio de dispositivos GPS y distancias reales medidas con cinta métrica fueron altamente correlacionadas ( $r = .99$ ), el error medio de sistema GPS fue de  $4,8 \pm 7,2\%$ , lo cual demuestra una moderada-alta fiabilidad (según el estudio de Edgecomb y Norton, 2006). Además, Barbero-Álvarez, Coutts, Granda, Barbero-Álvarez y Castagna, (2010) demuestran que este equipo tiene una alta correlación entre los valores de máxima velocidad y el rendimiento en la prueba de esprines repetidos ( $r^2 = .87$ ,  $p < .001$ ;  $r^2 = .94$ ,  $p < .001$ ). Este instrumento se utilizó para cuantificar las variables de distancia recorrida, promedio de metros por minuto, frecuencia cardiaca media y máxima, velocidad media, impactos, aceleraciones, desaceleraciones y carga corporal.

Los datos de los impactos de cada sujeto fueron analizados mediante el software Team AMS, el cual registra la cantidad e intensidad de los impactos por encima del umbral de 5 g,

llamados impactos estresores del desempeño, categorizados de la siguiente forma: impactos leves (5 – 6 g), colisiones y contactos con el terreno (6 - 6,5 g), impactos moderados-fuertes (6,5 – 7 g), impactos fuertes (7 – 8 g), impactos muy fuertes (8 – 10 g), impactos severos (+10 g). Según Carling, Reilly y Williams (2009).

Se aplicó además un juego en espacio reducido, con una duración de 8 minutos (actividad basada en lo expuesto por Casamichana, Castellano y Hernández, 2009), con el fin de analizar el desarrollo de las acciones técnicas propias del fútbol, como goles, pases, remates, de dos equipos en ambos tipos de superficie. Los juegos en espacio reducido simulan total o parcialmente el juego de fútbol y están considerados como una estrategia de gran valor en la mejora del rendimiento del futbolista (Sánchez, Yagüe, Fernández y Petisco, 2014).

Para el análisis de las acciones técnicas en el espacio reducido se utilizó una cámara de alta definición marca SONY modelo HDV HDR-FX1E, además una plantilla elaborada por Gutiérrez, Rojas, Jiménez, Sánchez, Salas, Gutiérrez y Salazar (2015), donde los investigadores incluyen variables como el número de goles, los pases totales, los pases positivos (que llegaron a su receptor), los pases negativos (que no llegaron a su receptor), faltas totales, faltas cometidas y faltas recibidas, fueros de juego, tiros de esquina, contraataques, remates totales, remates directos (direccionados al marco rival), remates indirectos (desviados del marco rival) y tiempo efectivo de juego (Tiempo en que el balón estuvo en juego), para efecto de este estudio solo se tomaron las variables de goles, pases positivos, pases negativos, remates directos e indirectos por las características del espacio reducido, obteniendo información cualitativa sobre el cambio en las acciones técnicas de una superficie a otra para su posterior análisis. Para la realización de las pruebas se utilizó una cancha de superficie natural ubicada en San Antonio de Belén y una de superficie sintética ubicada en el cantón Central de Belén, la cual está diseñada para alto tránsito,

de 55 mm de altura, instalada en arena y hule molido, Aval FIFA 1 estrella y fue instalada en el 2008 con una vida útil de 10 años aproximadamente. Ambas canchas cumplen con las medidas reglamentarias de la FIFA y con las condiciones aptas para la práctica profesional del fútbol.

Las condiciones atmosféricas no se pudieron registrar debido a la falta de los instrumentos necesarios para su realización. Se trató de averiguar estas medidas por medio del Instituto Meteorológico Nacional de Costa Rica, se envió la documentación necesaria, pero no se obtuvo una respuesta.

### **Procedimientos**

El presente estudio se llevó a cabo al inicio de la pretemporada del club, en dos sesiones separadas cada una por dos días (48 horas). Por la disponibilidad de las canchas que se utilizaron; además, ambas sesiones fueron realizadas de ocho a diez de la mañana. En las dos sesiones los jugadores debían portar el mismo calzado e indumentaria.

El calentamiento estuvo a cargo del preparador físico del club, siendo la misma persona y mismo calentamiento en ambas sesiones; seguidamente, se concedió 20 minutos de práctica para asimilación de la prueba técnica y la prueba de agilidad en los dos días de la prueba. Posteriormente se inició con la aplicación de las pruebas en el siguiente orden: 1) Prueba técnica, 2) prueba de agilidad y 3) prueba de RSA o esprines repetidos (el cual consiste en realizar ocho esprines de 30 metros con 30 segundos de descanso activo entre cada repetición), para finalizar con el juego en espacio reducido que consistió en un partido realizado en un espacio de 32 x 32 metros, 5 contra 5 con 10 sujetos de los 17 en total, siendo los mismos para ambas sesiones. En esta actividad se obtuvo los datos cinemáticos y fisiológicos mediante el uso del GPS y se grabó cada juego en espacio reducido para su posterior análisis mediante la plantilla elaborada por Gutiérrez et al 2015, de las acciones técnicas por equipo (Rojo y Amarillo). En ambas sesiones,

tanto en el césped natural como en el césped sintético se sigue el mismo procedimiento antes detallado.

### **Análisis estadístico**

Para presentar las características descriptivas (edad, talla, peso corporal, porcentaje de grasa y  $VO_{2m\acute{a}x}$ ) de la muestra se implementó la estadística descriptiva por medio del cálculo de valores de media y desviaciones típicas. La normalidad de los datos fue evaluada por medio del Shapiro-Wilk test. Así mismo se realizó análisis de t-Student de medidas pareadas para la comparación de las variables dependientes (Índice de Fatiga, frecuencia cardiaca, distancia, metros por minuto, carga corporal, magnitud de impactos, impactos totales) según tipo de superficie de juego (natural y sintética). Adicionalmente se detallan de manera descriptiva las características técnicas de los juegos espacio reducido en las diferentes superficies donde se calculó el porcentaje de cambio que consiste en restar el resultado conseguido en la superficie sintética con el logrado en la superficie natural, para luego multiplicar el resultado por cien y dividirlo entre el resultado obtenido en el césped natural  $((CA-CN)\times 100/CN)$ , utilizando para ello los datos originados por equipo en la plantilla que se manejó para el análisis de los juegos en espacio reducido. Se utilizó el Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales (SPSS, IBM, SPSS Statistics, V 21.0 Chicago, IL, USA). El nivel de significación utilizado para la toma de decisiones fue de  $p < .05$ .

## RESULTADOS

La tabla 1 muestra que no se registraron diferencias estadísticamente significativas en los resultados obtenidos en la prueba técnica ( $p=.93$ ), en el test de agilidad ( $p=.10$ ) y en el índice de fatiga ( $p=.92$ ), entre ambas superficies (ver Tabla 1).

Tabla 1

*Comparación de los valores promedio obtenidos en la prueba técnica, en el test de agilidad y prueba de RSA en césped natural y superficie sintética*

Pruebas	Césped Natural	Superficie Sintética	t (16)	Sig.
	Media $\pm$ D.S.	Media $\pm$ D.S.		
Prueba Técnica	12.93 $\pm$ 4.56	12.58 $\pm$ 2.90	.263	.93
Prueba de Agilidad	6.35 $\pm$ 0.13	6.43 $\pm$ 0.16	-2.31	.10
Prueba de RSA (Índice de fatiga)	4.74 $\pm$ 1.76	4.24 $\pm$ 1.62	.871	.92

*Nota.* Todos los valores promedio mostrados en la tabla fueron obtenidos de  $n= 17$  futbolistas evaluados.

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas para la variable frecuencia cardiaca promedio o media ( $p<.001$ ), para la frecuencia cardiaca máxima ( $p=.02$ ), la carga corporal ( $p=.03$ ) y número de impactos totales ( $p=.03$ ). En todos los casos los promedios fueron superiores en la superficie de césped natural; en las demás variables no se presentan diferencias estadísticamente significativas ( $p>0.05$ ). (Ver Tabla 2)

Tabla 2

*VARIABLES FISIOLÓGICAS Y CINEMÁTICAS EN LOS OCHO MINUTOS DE JUEGO EN ESPACIO REDUCIDO EN LAS DIFERENTES SUPERFICIES.*

Variables fisiológicas y cinemáticas	<u>Césped Natural</u>	<u>Superficie Sintética</u>	t (16)	Sig.
	Media ± D.S.	Media ± D.S.		
FC media(latidos/min)	168.47 ± 8.79	154.82 ± 11.78	10.87	<.001**
FC. Máxima (latidos/min)	183.17 ± 8.31	175.94 ± 10.38	3.94	.02*
Metros por minuto	147.52 ± 9.80	147.18 ± 8.54	.118	.52
V media (km h <sup>-1</sup> )	8.85 ± 0.60	8.82 ± 0.50	-.482	.96
D total (m)	1 000.92 ± 98.82	1002.19 ± 107.84	.162	.20
D (m) 0- 11 km h <sup>-1</sup>	301.78 ± 83.78	293.14 ± 69.17	-.114	.12
D (m) 11, 1-14 km	171.95 ± 57.14	168.09 ± 9.96	.422	0.10
D (m) 14,1- 19 km. h <sup>-1</sup>	92.99 ± 38.82	102.83 ± 37.58	.336	.15
D (m) 19,1- 23 km. h <sup>-1</sup>	23.53 ± 19.98	24.25 ± 25.95	-.747	.67
Carga corporal (UA)	34.28 ± 11.20	30.51 ± 11.36	1.707	.03*
Magnitud de los impactos	6.13 ± 0.14	6.11 ± 0.15	.455	.61
Impactos totales	230.05 ± 89.53	194.76 ± 86.37	2.068	.03*

*Nota.* V media= Velocidad Media; D= Distancia; D.S.= Desviación Estándar; FC= Frecuencia cardiaca. \* $p < .05$ , \*\* $p < .001$ . Todos los valores promedio mostrados en la tabla fueron obtenidos de  $n = 17$  futbolistas evaluados.

El porcentaje de cambio observado entre las superficies utilizadas describe tendencias de cambio entre ambas superficies ya que ambos equipos mejoran o empeoran algunas de las acciones técnicas establecidas, como por ejemplo el equipo rojo tiene una mejoría de 65.79% en los pases positivos en el césped sintético, pero a la vez tiene una disminución de -14.9% en los remates directos en la superficie sintética. Por lo que considerando esta información que se

describe las acciones técnicas no fueron igualmente utilizadas y sugieren que el patrón de juego podría estar modificándose y adaptándose al jugar en una superficie u otra (Ver Tabla 3).

Tabla 3

*Valores de las acciones técnicas obtenidas en 8 minutos de juego en espacio reducido*

<u>Acciones</u>	<u>Colectivo Natural</u>		<u>Colectivo Artificial</u>		<u>% de cambio Natural vs Sintética</u>	
	Equipo	Equipo	Equipo	Equipo	Equipo Rojo	Equipo Amarillo
	Rojo	Amarillo	Rojo	Amarillo		
Pases +	38	45	63	55	65.79%	22.22%
Pases -	9	7	6	9	-33.33%	28.57%
Remates directos	7	8	6	4	-14.9%	-50%
Remates indirectos	0	1	0	1	0	0
Goles	4	6	6	3	50%	-50%

*Nota.* Todos los valores mostrados en la tabla fueron obtenidos evaluando por equipo.

## DISCUSIÓN

Este estudio es el primero a nivel nacional donde se busca comparar los efectos del césped sintético y el césped natural en el rendimiento físico y técnico de jugadores de fútbol profesionales costarricenses.

La principal motivación para llevar a cabo este estudio según se expresó en la introducción del presente artículo, fue la proliferación de los campos de fútbol con césped sintético a nivel mundial y nacional, y el debate existente sobre cuál superficie es mejor y más segura. Un reflejo de esta diferencia de criterios se observa en las notas periodísticas del periódico *La Nación* donde se hace constante referencia al tema, por ejemplo, la nota de Díaz (2007), titulada *¿Natural o artificial?*, donde se menciona que se prefiere el césped natural, pero

que la realidad de Costa Rica demuestra la conveniencia para el fútbol de cambiar a la superficie artificial pues resulta más beneficioso desde un punto de vista económico. Pero tal y como demuestran los resultados del presente estudio, afirmaciones como la expuesta, adolecen de falta de sustento científico, pues tal y como se ha evidenciado en los resultados, además de variables de tipo económico (las cuales no han sido abordadas en el presente estudio), existen variables fisiológicas y técnicas directamente relacionadas con el rendimiento futbolístico que deben pesar más como criterio para decidir entre invertir en construir campos de césped natural o artificiales.

En relación con los participantes del estudio, los datos antropométricos obtenidos muestran valores similares a los presentados por Enizeler (2005) en edad ( $24,4 \pm 4,1$  años), peso ( $70,7 \pm 3,1$  kg), talla ( $176,4 \pm 6,2$  cm), y porcentaje de grasa corporal ( $9,3 \pm 3,4\%$ ) respectivamente. También, Sánchez y Salas (2009) reportan un valor promedio de  $57,71 \pm 8,8$  ml/kg/min de consumo máximo de oxígeno en una muestra de 219 jugadores de primera división costarricense, valor similar al reportado en este estudio ( $VO_{2m\acute{a}x} 55,54 \pm 5,34$  ml/kg/min). Además, Clemente y Muñoz (2011) presentan datos similares en cuanto a características antropométricas, años de experiencia y frecuencia de entrenamiento semejantes a los de los participantes de este estudio. Con base en esta evidencia se demuestra que los partícipes del estudio poseen el nivel de aptitudes físicas y datos antropométricos que permiten caracterizarlos como jugadores de alto rendimiento.

Según los resultados obtenidos de la aplicación del instrumento descrito por Sans y Frattarola (1999), no hay diferencias entre los tipos de superficie, además no es posible concluir con total certeza que las dos superficies utilizadas en el estudio (sintética y natural) causarán alguna incidencia real en el desempeño de los jugadores en esta prueba, debido a que, como lo mencionan Bedoya (2014) y Díez y Burillo (2012) no existen pruebas específicas para

medir la técnica en el fútbol, además reiteran que no miden de forma objetiva la capacidad de un individuo como futbolista por ello el resultado obtenido en esta prueba debe tomarse como una referencia para futuras investigaciones.

Los resultados obtenidos en la prueba de agilidad señalan que no existen diferencias significativas entre el rendimiento logrado en el césped sintético y el césped natural. Sin embargo, se obtienen resultados similares a los de Díez y Burillo (2012) quienes realizaron una prueba de agilidad sin balón y encontraron tiempos más bajos en el césped natural que en el artificial, pero al no tener evidencia científica y datos significativos que lo demuestren, no puede afirmarse que la superficie sea la que interviene en el rendimiento de los jugadores.

Los resultados de la prueba de RSA no presentaron diferencias significativas en el índice de fatiga entre el campo de superficie natural y el campo de superficie artificial, lo que coincide con la investigación realizada por Díez y Burillo (2012). Lo encontrado en este estudio señala que el índice de fatiga no se ve alterado por ninguna de las dos superficies, mostrando que la capacidad anaeróbica fue muy similar en ambos casos y que, por lo tanto, el rendimiento físico de los jugadores debería ser el mismo al jugar en una u otra superficie.

Con respecto a los juegos en espacio reducido se encontró que no existen diferencias significativas en las velocidades desarrolladas (0- 11 km h<sup>-1</sup>, 11-14 km h<sup>-1</sup>, 14-19 km h<sup>-1</sup>, 19-23 km. h<sup>-1</sup>), la distancia total recorrida y en la magnitud del número de impactos en ambas superficies. Sí se registró diferencias significativas en la frecuencia cardiaca máxima y frecuencia cardiaca media. También se encontró diferencias significativas entre el césped natural y el césped artificial en la carga corporal y en el número de impactos totales, siendo la primera la que presenta valores más altos de estrés.

Las diferencias encontradas en cuanto a la carga corporal y en el número de impactos totales de una superficie a otra pueden ser influenciadas por las características propias de cada una de las superficies utilizadas en este estudio. En el caso del terreno de juego que usa superficie artificial, un estudio de Gallardo, Felipe, Burillo y Gallardo (2011) demuestra que la principal ventaja de un césped sintético en comparación con el natural es el buen estado de conservación, la uniformidad que presenta la superficie y el buen rendimiento deportivo que aporta, ya que la superficie natural puede verse influenciada por factores climáticos o no tener un mantenimiento adecuado. Además, Báron y Ferreira (2010) indican que una superficie artificial es capaz de soportar muchas horas de uso sin sufrir gran deterioro, como es el caso del césped natural, el cual necesita tiempo para recuperarse.

De igual forma, la *Guía FIFA para superficies artificiales* (2011) indica que una característica principal que debe presentar cualquier superficie sea esta de césped natural o césped sintético es la absorción de choque. (Definida como "la capacidad de una superficie para absorber el impacto de un jugador corriendo por esa superficie"). También señala que una cancha natural en condiciones ideales tiene una capacidad de absorción de choque que oscila entre el 55 y 70%, y el césped sintético actual presenta valores similares.

Belloch, Soriano y Figueres (2009) coinciden en que el comportamiento mecánico de un campo con superficie artificial es muy parecido al que se aprecia en los campos de césped natural. Rozas (2009) menciona que las superficies de césped sintético están proporcionando absorción de impactos, devolución y disipación de energía muy similares a las del césped natural. Además, Rabal y Casajús (2014) afirman que en este tipo de superficies se puede conseguir un rendimiento similar o incluso mejor que en superficies tradicionales (tierra y césped natural) siempre y cuando esas superficies tengan el mantenimiento y cuidado adecuado.

Estos autores también encuentran valores más elevados de masa ósea en jugadores que compiten en césped natural con respecto a los que compiten en superficies de césped sintético, sugiriendo que este aumento en la densidad ósea puede deberse a que se presenta una mayor carga corporal e intensidad en el césped natural. Estos hallazgos son consecuentes con los observados en el presente estudio, en donde se reportan resultados en cantidad de impactos y en carga corporal mayores, con diferencias significativas en la superficie natural con respecto a la sintética.

El rendimiento del deportista no es influenciado únicamente por sus características individuales sino también por factores externos como el balón y, por supuesto, el pavimento o superficie de juego con la que se interactúa (Báron y Ferreira, 2010). En un estudio sobre satisfacción de entrenadores y jugadores con los campos de fútbol de césped natural y artificial, Gallardo *et al.* (2010) aseguran que el 72% de los entrenadores manifiestan que el césped natural presenta menor riesgo de carga que un campo con superficie artificial, además el 74% afirma que la amortiguación de los impactos es significativamente mejor en la superficie natural, lo que contrasta con los resultados hallados. Sin embargo, se hace notar que son apreciaciones subjetivas y no opiniones basadas en datos científicos.

Con respecto a las diferencias encontradas en las frecuencias cardiacas medias y máximas, no se encontró evidencia científica suficiente que pueda fundamentar este resultado. Sin embargo, puede existir una influencia provocada por la mayor carga corporal presentada jugando sobre la superficie natural. Puede sugerirse que, al existir una mayor carga física en el jugador, este haya tenido que realizar un mayor esfuerzo físico y, en consecuencia, presenta una elevación en su frecuencia cardiaca.

En cuanto a las acciones técnicas obtenidas en los ocho minutos de juego en espacio reducido, basándose en los resultados que se observan (Tabla 3), describe que distintas acciones técnicas aumentan o disminuyen de una superficie a otra, por ejemplo, los pases positivos aumentan en el campo de césped sintético, pero disminuyen los remates directos en comparación a la superficie con césped natural, la variable remates indirectos y goles no presentan un cambio importante en ninguna de las zonas de juego utilizadas. Con base en lo anterior no se describen cambios substanciales que sugieran una afectación importante en el patrón de juego o en el rendimiento del equipo o del jugador, que permitan indicar que las superficies realmente influyan en los cambios observados.

La FIFA (2007) entre los años 2006 y 2007 analiza 14 partidos de fútbol, cuatro en cancha sintética y 10 en césped natural, y concluye que el césped artificial no afecta el patrón de juego en comparación con la superficie de césped natural y más bien presenta claras similitudes. Además, encuentra que no existen diferencias significativas en las frecuencias de pases hechos, pases recibidos, conducciones y otras acciones técnicas estudiadas. Estos datos coinciden con lo presentado en este estudio, donde las frecuencias de esas acciones técnicas tampoco describen que haya un cambio importante o que sugiera alguna variabilidad en el rendimiento, tanto físico como técnico del jugador al interactuar con una cancha de superficie natural o de césped artificial.

## **CONCLUSIÓN**

Basado en los resultados que se observan en este estudio podemos concluir que la superficie natural causó mayor impacto y carga corporal que en el césped sintético y que en el aspecto técnico ninguna de las dos superficies causa un efecto importante en el rendimiento técnico en jugadores de fútbol profesional.

## RECOMENDACIONES Y APORTACIONES DIDÁCTICAS

Se recomienda realizar más investigaciones en esta dirección, profundizar en el análisis de la carga corporal y los impactos en campos naturales y artificiales de distintas características y calidad, crear o producir material científico a largo plazo relacionado con el nivel técnico de jugadores de fútbol costarricense desde edades tempranas hasta el nivel profesional. También es necesario analizar la calidad de los campos de césped natural y artificial de Costa Rica mediante las recomendaciones y pruebas elaboradas por FIFA para certificar un campo de fútbol, además evaluar con más detalle si el patrón de juego cambia en una superficie natural o en una artificial.

### Nota de agradecimiento

Se agradece a las personas que colaboraron con la realización y recomendaciones a este trabajo al prof Juan Carlos Gutiérrez y a los colaboradores Daniel Rojas, Érika Jiménez y Iván Salazar. De igual forma se agradece a la Universidad Nacional por el aporte del recurso material y humano para llevar a cabo esta investigación.

## Referencias bibliográficas

- Arjol, J. L. y Gonzalo, O. (2012). Reflexiones sobre el entrenamiento de la RSA en el fútbol, *Revista de Preparación Física en el Fútbol*, 4(4), 12-25. Recuperado de <http://futbolpf.com/revista/index.php/fpf/article/view/51>
- Andersson, H., Ekblom, B. & Krstrup, P. (2008). Elite football on artificial turf versus natural grass: movement patterns, technical standards, and player impressions. *Journal of Sport Sciences*, 26(2), 113-122. <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02640410701422076>.

- Barbero-Álvarez, J., Coutts, A., Granda, J., Barbero-Álvarez, V. & Castagna, C. (2010). The validity and reliability of a global positioning satellite system device to assess speed and repeated sprint ability (RSA) in athletes. *Journal of Science and Medicine in Sport/ Sport Medicine Australia*, 13(2), 232-235. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsams.2009.02.005>.
- Báron, J. y Ferreira, M. (2010). *Criterios FIFA y Propiedades Biomecánicas relacionadas con la performance y epidemiología del deportista en las superficies de césped artificial. Hacia una superficie deportiva saludable y segura*. VIII Congreso Agesport. "Gestionando salud a través del deporte". Conferencia llevada a cabo en el VIII Congreso Agesport, Agesport Antequera - Málaga 15 y 16 de abril de 2010. [Documento PDF]. Recuperado de [http://www.munideporte.com/imagenes/documentacion/ficheros/20100608130142jose\\_antonio\\_baron.pdf](http://www.munideporte.com/imagenes/documentacion/ficheros/20100608130142jose_antonio_baron.pdf).
- Bedoya, M. (2014). *Batería de Test aplicados al fútbol (T.A.F)*. [Diapositivas de Slideshare]. Recuperado de <http://es.slideshare.net/meber21/presentacin1-40276633>.
- Belloch, S., Soriano, P. y Figueres, E. (2009). La epidemiología del fútbol. Una revisión sistemática. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*. 10(37), 22-40. Recuperado de: <http://cdeporte.rediris.es/revista/revista37/artfutbol130.htm>
- Carling, C., Reilly, T. & Williams, M. (2009). *Performance Assessment for field sports*. Oxon: Routledge.
- Casamichana, D., Castellano, J. y Hernández, A. (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 Human Movement*, 10(37), 194-205. <http://dx.doi.org/10.5232/ricyde2014.03702>
- Castellano, J., Casamichana, D. y Dellal, A. (2013). Influence of game format and number of players on heart rate responses and physical demands in small-sided soccer games. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(5), 1295-1303. <http://dx.doi.org/10.1519/JSC.0b013e318267a5d1>
- Cañizares, J.M. (2011). *Fútbol: Fichas para el entrenamiento de la velocidad y agilidad*. Barcelona: WANCEULEN.
- Chambers, R., Gabbett, T., Cole, M. & Beard, A. (2015). The use of wearable microsensors to quantify sport-specific movements. *Sports Medicine*, 45(7), 1065-1081. <http://link.springer.com/article/10.1007/s40279-015-0332-9>.
- Clemente, V. y Muñoz, V. (2011). Fatiga del sistema nervioso después de realizar un test de capacidad de sprint repetidos en jugadores de fútbol profesional. *Archivos de Medicina del Deporte*, 28(143), 174-180. Recuperado de [http://archivosdemedicinadeldeporte.com/articulos/upload/Abstract\\_fatiga\\_174\\_143.pdf](http://archivosdemedicinadeldeporte.com/articulos/upload/Abstract_fatiga_174_143.pdf)
- Díaz, L. (4 de noviembre del 2007). ¿Natural o Artificial? *La Nación*. Recuperado de [http://www.nacion.com/ln\\_ee/2007/noviembre/04/deportes1303270.html](http://www.nacion.com/ln_ee/2007/noviembre/04/deportes1303270.html)

- Díez, O. y Burillo, P. (2012). Influence of playing surface in performance of amateur football players: natural grass, artificial turf and dirt field. *AGON International Journal of Sport Sciences*, 2(2), 106-114. Recuperado de [http://agonjournal.com/wp-content/uploads/2012/10/6\\_D%C3%A9z\\_Burillo\\_106\\_.pdf](http://agonjournal.com/wp-content/uploads/2012/10/6_D%C3%A9z_Burillo_106_.pdf)
- Edgecomb, S.J. & Norton, K.I. (2006). Comparison of global positioning and computer-based tracking systems for measuring player movement distance during Australian Football. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 9(1) (2). 25-32. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsams.2006.01.003>
- Eniseler, N. (2005). Heart rate and blood lactate concentrations as predictors of physiological load on elite soccer players during various soccer training activities. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. 19(4), 799-804. Recuperado de <http://g-se.com/es/evaluacion-deportiva/articulos/estudio-de-la-frecuencia-cardiaca-y-las-concentraciones-de-lactato-sanguineo-como-variables-para-predecir-la-carga-fisiologica-en-jugadores-de-futbol-de-lite-678>.
- Federación Internacional de Fútbol Asociado [FIFA]. (2015). *Reglamento Oficial de fútbol 2015-2016* [Documento PDF]. Recuperado de: [http://es.fifa.com/mm/Document/FootballDevelopment/Refereeing/02/36/01/11/LawsofthegamewebES\\_Spanish.pdf](http://es.fifa.com/mm/Document/FootballDevelopment/Refereeing/02/36/01/11/LawsofthegamewebES_Spanish.pdf)
- Federación Internacional de Fútbol Asociado [FIFA]. (2007). *Technical study with ProZone (2006-2007) #2*. [Documento PDF]. Recuperado de [http://www.fifa.com/mm/document/afdeveloping/pitchequip/technical\\_study2\\_11163.pdf](http://www.fifa.com/mm/document/afdeveloping/pitchequip/technical_study2_11163.pdf)
- Federación Internacional de Fútbol Asociado [FIFA]. (2006). *Gran Censo 2006*. [Documento PDF]. Recuperado de [http://es.fifa.com/mm/document/fifafacts/bcoffsurv/smaga\\_9472.pdf](http://es.fifa.com/mm/document/fifafacts/bcoffsurv/smaga_9472.pdf)
- Federación Internacional de Fútbol Asociado [FIFA]. (2006). *Technical study with ProZone (2006)*. [Documento PDF]. Recuperado de [http://www.fifa.com/mm/document/afdeveloping/pitchequip/case\\_study\\_technical\\_analysis\\_351.pdf](http://www.fifa.com/mm/document/afdeveloping/pitchequip/case_study_technical_analysis_351.pdf)
- Federación Internacional de Fútbol Asociado [FIFA]. (2001). *Guía FIFA para las superficies artificiales*. [Documento PDF]. Recuperado de <http://www.kirolarte.net/adminkirolarte/material/FIFAguidecastellano.pdf>.
- Felipe, J., Burillo, P., Gallardo, A. y Gallardo, L. (2011). Diagnóstico de la gestión de los campos de fútbol de césped artificial según los gestores deportivos. *Kronos*. 10(1), 97-104. Recuperado de [http://www.revistakronos.com/docs/File/kronos/19/Kronos\\_X\\_1\\_11.pdf](http://www.revistakronos.com/docs/File/kronos/19/Kronos_X_1_11.pdf).
- Gallardo, A., Felipe, J.L., Burillo, P. y Gallardo, L. (2010). Satisfacción de entrenadores y deportistas con los campos de fútbol de césped natural y artificial. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 5(15), 189-199. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/1630/163018699006.pdf>

- Gallardo, A. M. (2009). *Análisis de la satisfacción de la práctica deportiva en los campos de fútbol de césped natural y artificial de la Región de Murcia desde el punto de vista del gestor, entrenador y deportista*. (Tesis Doctoral). Universidad Católica San Antonio, Murcia, España. Recuperado de [http://www.investigacionengestiondeportiva.es/Tesis/Tesis\\_AnaMariaGallardoGuerrero.pdf](http://www.investigacionengestiondeportiva.es/Tesis/Tesis_AnaMariaGallardoGuerrero.pdf).
- Gallardo, L., Sanchez, J., Gallardo, A., Felipe, J. y Burillo, P. (2013). Acreditación de los campos de fútbol de césped artificial: garantía de éxito. *Sport TK*. Recuperado de <https://digitum.um.es/xmlui/handle/10201/40000>
- Gutiérrez, R., Rojas, D., Jiménez, E., Sánchez, B., Salas, A., Gutiérrez, J.C. y Salazar, I. (2015). Parámetros fisiológicos y Técnicos en jugadores jóvenes de fútbol después de modificar la regla del fuera de juego (regla 11), *Kronos*, 14(2). Recuperado de <https://g-se.com/es/journals/kronos/articulos/parametros-cinematicos-y-tecnicos-en-jugadores-jovenes-de-futbol-despues-de-modificar-la-regla-del-fuera-de-juego-regla-11-1905>.
- Hernández, P., Romero, E. y Vaca, M. (2013). El desarrollo de la técnica del fútbol en etapa de iniciación en superficies de diversos tipos. *EFDeportes.com, Revista Digital*. 187, 1-12. Recuperado de <http://www.efdeportes.com/efd187/futbol-en-superficies-de-diversos-tipos.htm>
- Jiménez, G. (18 de enero del 2009). La moda sintética invade al futbol costarricense. *La Nación*. Recuperado de [http://www.nacion.com/ln\\_ee/2009/enero/18/deportes1842899.html](http://www.nacion.com/ln_ee/2009/enero/18/deportes1842899.html)
- Montoya, D., De Paz, J., Fernández, R., Mercé, J., y Yague, J.M. (2010). Variabilidad de la carga fisiológica en los pequeños juegos de fútbol en función del espacio. *Apuntes Educación Física y Deportes*. 4(102), 70-77. Recuperado de <http://redined.mecd.gob.es/xmlui/bitstream/handle/11162/44631/01520123000141.pdf?sequence=1>
- Pacheco, R. (2004). *Fútbol, la enseñanza y el entrenamiento del fútbol 7. Un juego de iniciación al fútbol II*. Barcelona Paidotribo.
- Rabal, J y Casajús, J. (2014). *Influencia de la superficie de juego en la masa ósea de jóvenes futbolistas*. (Tesis de grado de Licenciatura). Universidad de Zaragoza, Huesca, España. Recuperado de <http://invenio2.unizar.es/record/30901/files/TAZ-TFG-2014-1514.pdf>.
- Rodríguez, A., Sánchez, J. y Villa, G. (2014), Efectos de 2 tipos de entrenamiento interválico de alta intensidad en la habilidad para realizar esfuerzos máximos (RSA), durante una pretemporada de fútbol. *Ciencia, Cultura y Deporte*, 9(10), 251-259. <http://dx.doi.org/10.12800/ccd.v9i27.467>
- Rodríguez, J. L. (1º de agosto del 2015). Zacate natural gana terreno en canchas de la Primera División. *La Nación*. Recuperado de [http://www.nacion.com/deportes/futbol-costarrica/Zacate-terreno-canchas-Primera-Division\\_0\\_1503249701.html](http://www.nacion.com/deportes/futbol-costarrica/Zacate-terreno-canchas-Primera-Division_0_1503249701.html)

- Rozas, R. (2009). *Proyecto de una multicancha tipo, con terminación de césped sintético, para la ciudad de Valdivia*. (Tesis de grado). Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. Recuperado de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2009/bmfcir893p/doc/bmfcir893p.pdf>.
- Sánchez, B. y Salas, J. (2009). Determinación del consumo máximo de oxígeno del futbolista costarricense de primera división en pretemporada 2008. *Movimiento Humano Salud*, 6(2), 1-5. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=237016584003>.
- Sánchez, J., Yagüe, J., Fernández, R., y Petisco, C. (2004). Efectos de un entrenamiento con juegos reducidos sobre la técnica y la condición física de jóvenes futbolistas. *Internacional Journal of Sport Science*. 10(10), 221-234. <http://dx.doi.org/10.5232/ricyde2014.03704>
- Sanchis, M., Rosa, D. y Magraner, L. (2010). La RFEF pone en marcha un sistema homologación de campos de césped artificial. *Revista de Biomecánica*, 53(15), 15-16, Recuperado de [http://gestion.ibv.org/gestoribv/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=390-la-rfef-pone-en-marcha-sistema-homologacion-campos-cesped-artificial&category\\_slug=productos&Itemid=142](http://gestion.ibv.org/gestoribv/index.php?option=com_docman&view=download&alias=390-la-rfef-pone-en-marcha-sistema-homologacion-campos-cesped-artificial&category_slug=productos&Itemid=142)
- Sans, Á. y Frattarola, C. (1999). *Fútbol: Manual para la organización y el entrenamiento en las escuelas de fútbol*. Barcelona: Paidotribo.

## ANEXOS

### Anexo 1

#### Prueba técnica o circuito de variables técnicas

El técnico dejará caer el balón que tiene sostenidos por una mano, con el brazo extendido (momento en el cual pondrá el cronómetro en marcha), para que caiga dentro del círculo. Una vez que el jugador se haya hecho con el balón, realizará la pared, la conducción en slalom y el regate que se especifica en el gráfico.

Superado el cono A solo podrá contactar con el balón para golpearlo hacia el círculo situado a 30 m. El jugador intentará que el balón bote en el interior del círculo, descontándose un punto por cada metro que el balón bote alejado del mismo. Se colocarán conos y círculos a ambos lados del círculo para efectuar los golpes con ambos pies.

Se tocará una vez el balón que se encuentra estático antes de golpearlo raso hacia la portería de 2 m. El balón debe pasar entre los dos conos. Cada metro alejado se descontará un punto.

Seguir con el 2º balón estático que está para realizar una pequeña conducción, driblando los conos y tirar a portería desde fuera del área. El balón debe entrar sin tocar el suelo. El cronómetro se detendrá cuando el balón supere la línea de meta.

#### Valoración

- Se inicia el circuito con 50 puntos.
- Se restará un punto por cada segundo utilizado.
- Se restará un punto por cada metro que el balón del círculo o de los conos en los golpes.
- En el tiro a portería se descontarán 5 puntos si el balón no entra en la portería, 2,5 si bota antes de entrar y 1 si entra por la zona de A (centro de la portería).

- Se realizarán 2 intentos. La pared y los golpes se dirigirán en el primero a la derecha y en el 2º. hacia la izquierda. El resultado final será el promedio de ambos.

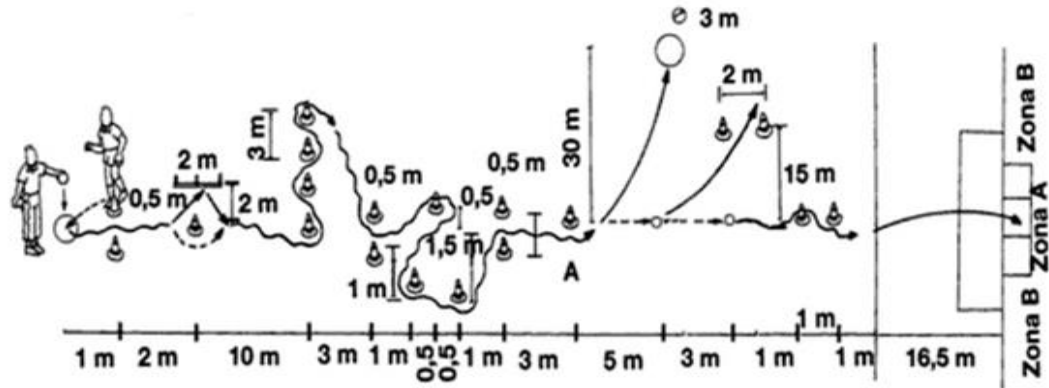


Figura 1. Prueba técnica o circuito de variables técnicas. Reimpreso de *Fútbol: Manual para la organización y el entrenamiento en las escuelas de fútbol* (pág.95) de Á. Sans y C. Frattarola, 1999, Barcelona: Paidotribo. Todos los derechos reservados por Editorial Paidotribo, 2008. Reimpreso con permiso.

## Anexo 2

### Prueba de agilidad

Protocolo:

El jugador preparado detrás de la línea de salida, de espaldas y con los 2 pies paralelos.

A la señal visual realizará medio giro para salir corriendo a máxima velocidad y efectuar lo más rápido posible dos vueltas al recorrido que se expone en el gráfico.

El cronómetro se pondrá en marcha al realizarse la señal, debiéndose detener en el momento en que el jugador atraviesa la línea de salida tras completar las dos vueltas.

No se pueden tocar los conos (Intento Nulo).

Se realizarán 2 intentos válidos, siendo el resultado final el promedio de ambos intentos.

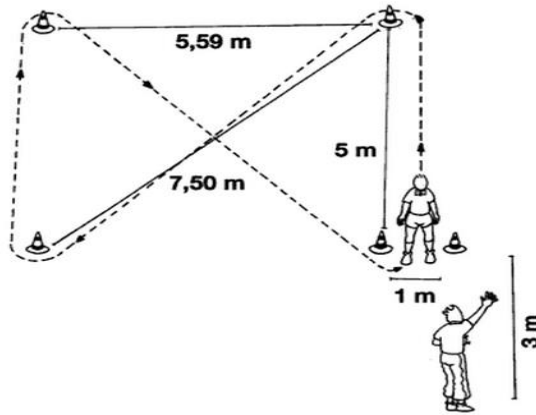


Figura 2. Prueba de agilidad. Reimpreso de *Fútbol: Manual para la organización y el entrenamiento en las escuelas de fútbol* (pág.86) de Á. Sans y C. Frattarola, 1999, Barcelona: Paidotribo. Todos los derechos reservados por Editorial Paidotribo, 2008. Reimpreso con permiso.

### Anexo 3

#### Test RSA o de esprines repetidos

Consiste en efectuar ocho sprint de 30 metros a máximo esfuerzo entre el punto (A) y (B). Entre esprines se realiza trote de recuperación durante 25 segundos para proceder al siguiente sprint. Se registra el tiempo en cada uno del sprint. Además de la media de los ocho sprint, en el Test de RSA también puede calcularse el índice de fatiga con la siguiente fórmula:

$$IFF = \left( \frac{\sum \text{Stiempo}}{t_{\text{mejor}} \times 8} \times 100 \right) - 100$$

Figura 3. Test RSA o de esprines repetidos. Reimpreso de “Influence of playing surface in performance of amateur football players: natural grass, artificial turf and dirt field.” de Ó. Díez y P. Burillo, 2012, *AGON International Journal of Sport Sciences*, 2 (2), pág.106-114. Todos los derechos reservados por Dialnet, 2012. Reimpreso con permiso.

#### Anexo 4

Tabla 4

*Indicaciones para el juego en espacio reducido.*

<b>Variables</b>	<b>Pequeño (JRP)</b>
<b>Duración del juego</b>	8 minutos
<b>Medidas del campo</b>	32 x 32 m
<b>Área de juego</b>	736 m <sup>2</sup>
<b>Relación larga: ancho</b>	1:4:1
<b>EII (Espacio Individual de Interacción)</b>	73,6 m <sup>2</sup>
<b>Aliento del Entrenador</b>	Sí

*Nota.* Adaptada de “Análisis de los diferentes espacios individuales de interacción y los efectos en las conductas motrices de los jugadores: aplicaciones al entrenamiento en fútbol” de D. Casamichana, J. Castellano y A. Hernández, 2009. Motricidad. *European Journal of Human Movement*, 10 (37), pág. 147. Todos los derechos reservados por Dialnet, 2009. Reimpreso con permiso.