

Información Importante

La Universidad Santo Tomás, informa que el(los) autor(es) ha(n) autorizado a usuarios internos y externos de la institución a consultar el contenido de este documento a través del Catálogo en línea del CRAI-Biblioteca y el Repositorio Institucional en la página Web de la CRAI-Biblioteca, así como en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

Se permite la consulta a los usuarios interesados en el contenido de este documento, para todos los usos que tengan **finalidad académica**, nunca para usos comerciales, siempre y cuando mediante la correspondiente cita bibliográfica se le dé crédito al trabajo de grado y a su autor.

De conformidad con lo establecido en el Artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, la Universidad Santo Tomás informa que “los derechos morales sobre documento son propiedad de los autores, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.”

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación, CRAI-Biblioteca

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

Análisis de la velocidad y aceleración del patrón de carrera sobre superficie artificial y natural en los niños pertenecientes a la Selección de Fútbol Infantil de Santander – 2017.

David Andrés Pérez Mendoza, Genis Cecilia Estupiñan Duarte

Y Brandon López Gómez

**Trabajo de grado para optar por el título de Profesional en Cultura Física, Deporte y
Recreación**

Director:

Juan Carlos Sánchez Delgado

Magister en Actividad Física y Deporte

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

División de Ciencias de la Salud

Facultad de Cultura Física, Deporte y Recreación

2017

Contenido

	Pág.
Resumen.....	5
Introduccion	6
Planteamiento del Problema	7
1. Justificación	8
2. Objetivos.....	10
2.1 Objetivo general.....	10
2.2 Objetivos específicos	10
3. Metodología	11
3.1 Diseño de estudio:.....	11
4.2 Criterios de inclusión:.....	11
4.3 Criterios de exclusión:	11
4.4 Variables	12
4.4.1 Definición de sujetos de estudio:	12
4.5 Procedimientos:.....	12
4.5.1 Fase I Socialización de los objetivos de la investigación:	13
4.5.2 FASE II Evaluación de medidas antropométricas:	13
4.5.3 FASE III Evaluación de variables espaciotemporales:	13
4.5.4 FASE IV Digitación y análisis de resultados:	14
4. Marco Conceptual.....	15
5.1 Marco teórico	15
5.1.1 superficies de juego en el futbol:	15

5.1.1.1 Césped Natural:.....	15
5.1.1.2 Césped Artificial:	16
5.1.1.3 Clasificación del Césped Sintético:	19
5.1.1.4 Ventajas y Desventajas:	20
5.1.1.5 Durabilidad:	20
5.1.1.6 Riesgo De lesión:	21
5.1.1.7 Rendimiento Futbolista:.....	23
5.1.2 Patrón de marcha y carrera:	23
5.1.2.1 Marcha:	23
5.1.2.2 Carrera.....	25
5.1.2.3 Velocidad:	26
5.1.2.4 Aceleración:	28
5.1.2.5 La Velocidad y Aceleración como factores determinantes en el Futbol:	29
5.1.3 Instrumento de Medición OPTOGAIT:.....	29
5.1.4 Calzado Deportivo (Botines de Futbol):.....	30
5.1.4.1 Prevención de Lesiones:	31
5.1.4.2 Aumento del Rendimiento:.....	32
5.1.4.3 Estética y comodidad:.....	32
5.1.5 Características morfológicas del pie	33
5.1.5.1 Protocolo de Hernández Corvo para hallar la medida de la huella plantar:.....	34
5.1.5.2 Fricción	35
5.1.6 Antecedentes:.....	38
5.1.7 Estado del Arte:	39

5.2 Marco institucional:	39
5.2.1 Universidad Santo Tomas Bucaramanga:	39
5.2.2 Universidad de Santander (UDES):	40
5.2.3 Liga Santandereana de Futbol:	41
6. Resultados	42
7. Discusión de los resultados	44
8. Bibliografía	49

Tabla de figuras

	Pág.
Tabla 1. <i>Características generales de la población de estudio. n=19</i>	43
Tabla 2. <i>Variables espaciotemporales del patrón de carrera en superficie natural y artificial</i> ..	44
Tabla 3. <i>Asociación entre variables espaciotemporales del defensa y las demás posiciones de juego</i>	44

Tabla de figuras

	Pág.
<i>Figura 1.</i> Criterios de inclusión y exclusión.....	14
<i>Figura 2.</i> Protocolo Hernandez Corvo.....	35
<i>Figura 3.</i> Representación esquemática de la fuerza de fricción.	36

Resumen

El mundo del futbol ha estado sumido en una controversia desde la creación de la superficie artificial, comprendiendo parámetros analíticos en cuanto a cual superficie es más idónea para el juego si la grama natural o artificial. El presente estudio tiene como objetivo analizar la velocidad y aceleración en ambos tipos de superficie utilizado como instrumento el OptoGait. Materiales y métodos: se realizó un estudio de corte transversal, en diecinueve (n=19) futbolistas pertenecientes a la Selección Santandereana de Futbol Infantil, a quienes se les evaluaron las variables espaciotemporales de la carrera en superficie natural y artificial. Resultados: la aceleración y la fase de vuelo son mayores, adicionalmente, el tiempo de contacto es menor cuanto se desarrolla el patrón de carrera en superficie artificial ($p < 0,05$). Conclusión: las variables de rendimiento evaluadas son superiores al ser desarrolladas en superficie artificial al ser comparadas con las obtenidas en grama natural.

Palabras Claves: Superficie Artificial, Superficie Natural, futbol, velocidad y aceleración.

Introduccion

En la actualidad el mundo futbolístico existe una controversia general, desde el nacimiento del pavimento artificial, los grandes teóricos del futbol han estado debatiendo qué superficie presenta mejores condiciones para jugar el deporte más popular del mundo. No obstante dicho debate con los años no ha logrado declinar, ya que día por día las tecnologías avanzan y el pavimento artificial logra asemejarse mucho más a la grama natural, pero indudablemente temas de tradicionalidad y favoritismo no logran descobijar el pasto que vio crecer el futbol (Gallardo, Felipe, Burillo, & Gallardo, 2010).

En el medio se encuentran pocos estudios que aborden la diferencia entre ambos tipos de superficie, algunos basándose en la subjetividad de los principales actores del futbol (Entrenadores y futbolistas), que no permiten un acercamiento real a las diferencias entre ambos tipos de pavimento. La mayoría de estudios encontrados hacen referencia a sus diferencias en términos de “lesiones”. Por tal razón el presente estudio tiene como objetivo determinar si existen diferencias entre la velocidad y la aceleración en los tipo de superficie, (Natural y sintética), usando como herramienta de medición, el OptoGait, instrumento de alta tecnología, que describe las variables espacio temporales de la marcha o la carrera, y permite analizar el desenvolvimiento de estas y su relación en cada tipos de superficie.

Los hallazgos en esta investigación pueden sugerir diferencias entre ambas superficies, abordando variantes que no se habían puesto en tela de juicio (Fase de vuelo, tiempo de contacto, y cadencia) y pueden ser de gran ayuda para encaminar la solución a la polémica del tema, sin embargo, es necesario seguir estudiando las diferencias entre ambas superficies, y abordar variantes diferentes para esclarecer por fin la controversia entre el pavimento natural y artificial.

Planteamiento del Problema

El futbol, desde sus inicios ha conservado la tradición del juego en canchas de césped natural, no obstante la mayoría de partidos oficiales de la Federación Internacional de Futbol (FIFA), se disputan actualmente en este tipo escenario. Con el avance tecnológico, y los múltiples argumentos meteorológicos y económicos que atacan a las superficies naturales, se creó en la década de los sesenta la primera grama artificial que con el tiempo ha evolucionado para tener características similares a su predecesora, no obstante, su uso continúa siendo un tema de discusión entre los actores del futbol a cual es superior e inferior.

El expresidente de la FIFA, Joseph Blatter, mencionó que “El futuro del fútbol está en los campos de hierba artificial”, declaración que genero gran controversia entre los deportistas; tanto así, que la Asociación Colombiana de Futbolistas Profesionales realizó una encuesta en donde se encontró que el 90% de los jugadores asociados estaban en contra de jugar en este tipo de canchas. (Blatter, 2007)

La literatura científica revisada muestra principalmente resultados de niveles de satisfacción de jugadores y entrenadores, riesgo de lesiones entre las diferentes superficies, jugabilidad del balón, pero muy pocos estudios establecen conclusiones verosímiles sobre las variables de rendimiento deportivo. Gallardo M., Felipe J., Burillo P. & Gallardo L. (2010); Williams J., Akogyrem E. & Williams J. (2013). Partiendo de lo anterior; nace el interés de estudiar la aceleración y velocidad desarrolladas en césped artificial y césped natural, y determinar ¿Entre la superficie natural y artificial, cual permite tener al futbolista mayor velocidad y aceleración?, reconociendo estos componentes, como factores determinantes en el éxito y rendimiento del futbolista.

1. Justificación

La literatura revisada muestra que las investigaciones se han centrado en aspectos relacionados con la incidencia de lesiones, nivel de satisfacción, durabilidad y resistencia de las superficies (Fifa.com 2016). Específicamente, los estudios encontrados coinciden en referir que las superficies artificiales son adecuadas más resistentes a los ambientes extremos y reducen considerablemente los costos de mantenimiento de un terreno de juego. Zanetti E., Bignardi C., Franceschini G. & Audenino A (2013); Felipe J., Gallardo L., Burillo P. & Gallardo A (2013). Por otra parte, la incidencia de lesiones en ambas superficies, parece ser similar tal como lo refiere Williams et al (2013).

Por otra parte, se ha intentado determinar la eficacia y el nivel de satisfacción de los jugadores y entrenadores hacia los diferentes terrenos, no obstante los resultados han sido productos de cuestionarios o entrevistas, tal como se evidencia en el trabajo de Gallardo M., Felipe J., Burillo P. & Gallardo L. 2010, quien concluye que el nivel de preferencia en aspectos biomecánicos, técnicos y lesiones deportivas es mayor en categorías inferiores y va disminuyendo en la medida que aumenta la categoría de los futbolistas; no obstante se hace necesario tener resultados basados no solo en la percepción de los actores del futbol, también es importante obtener resultados objetivos de las diferentes capacidades físicas del futbolistas especialmente en la velocidad y la aceleración, ya que estas variables suelen ser determinantes del rendimiento del deportista.

Estas capacidades son bastante relevantes a nivel competitivo, ya que no solo otorga a la ceremonia futbolística un mayor espectáculo de juego, sino que suele ser determinante en los resultados deportivos, tanto en los gestos ofensivos como defensivos (Calleja, Mejuto,

Casamichana, Roman, & Yanci, 2015); la velocidad y la aceleración, eventualmente es la una característica necesaria en todas las posiciones, pero hay jugadores como los delanteros y los extremos (carrileros) que por lo general estas capacidades son su principal atributo; ejemplificando lo expresado, los jugadores que juegan en zona tres (línea ofensiva), el hecho de generar un cambio de dirección máximo o desmarque de apoyo y llegar primero que los adversarios a la pelota, suelen ser virtudes de un jugador potente, que desequilibra y genera opciones de gol, sin embargo, como lo expresa (Rivas Borbón & Sánchez Alvarado, 2013), el solo hecho de ser veloz no soluciona el partido, es un conjunto de componentes técnicos y físicos que al estar cohesionados crean a los grandes futbolistas que hoy por hoy el juego necesita; ya que a pesar de ser una condición principalmente genética, los modelos futbolísticos actuales han adoptado el juego veloz para consolidar un deporte en el cual predominan los movimientos acíclicos y explosivos realizados en distancias cortas.

La literatura encontrada que hace referencia algunas variables de la capacidad física del jugador sobre diferentes superficies está la de Gaudino P., Gaudino C., Alberti G & Minetti A. (2013), quienes compararon tres tipos de superficies (arena, gramilla natural, artificial) concluyendo que al desarrollar la velocidad máxima en superficie de arena, el gasto energético y la desaceleración es mayor al ser comparada con las otras superficies. No obstante, la velocidad y aceleración es menor. Otro estudio realizado por Andersson H., Ekblom B. & Krstrup P. 2008, no encontró diferencias en los patrones de movimiento realizados entre la superficie artificial y natural. Choi, S., Sum K. & Leung F. (2015), describe una mayor velocidad de carrera en jugadores de rugby sin balón sobre la superficie artificial, comparado con la natural. Lo cual está en consonancia con los resultados obtenidos por Nedélec M., McCall A., Carling C., Le Gall

F., Berthoin S. & Dupont G (2013); Gains G., Swendenhjelm A., Mayhew J., Bird H. & Houser J. (2010).

Finalmente, ante la escasez de este tipo de estudios, y la gran popularidad que ha adquirido el uso de las superficies sintéticas en el ámbito local, se hace necesario explorar las diferencias biomecánicas, específicamente sobre las variables de velocidad y aceleración al usar césped natural y artificial.

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Describir las variables espaciotemporales de velocidad y aceleración durante el patrón de carrera de los niños pertenecientes a la Selección de Fútbol Infantil de Santander utilizando el sistema OPTOGait.

2.2 Objetivos específicos

- Establecer las características antropométricas de los futbolistas pertenecientes a la SFIS
- Describir los diferentes tipos de calzado utilizados por los niños pertenecientes a las SFIS.
- Describir el tipo de pie de los futbolistas pertenecientes a la SFIS.
- Explorar la asociación entre el tipo de césped, velocidad y aceleración del patrón de carrera en futbolistas pertenecientes al SFIS.
- Explorar la asociación entre la velocidad, aceleración y la posición de juego del futbolista.

3. Metodología

3.1 Diseño de estudio:

Estudio de corte transversal.

Población: La población son niños pertenecientes a la Selección de Fútbol Infantil Santandereana.

Tipo de muestreo: Muestreo no Probabilístico

Muestra: La población elegible fue de 23 sujetos, de los cuales se excluyeron 4 por inasistencia a una de las mediciones, falta de datos de algunas variables y una lesión ósea (Fisura del V metatarsiano en pie derecho) , obteniendo una muestra total de 19 futbolistas.

4.2 Criterios de inclusión:

- Niños entre las edades 12 y 13 años de edad.
- Niños pertenecientes a la SIFS.
- De nacionalidad colombiana y residentes en el país.
- Estar Autorizado por el acudiente para ser parte de la investigación.

4.3 Criterios de exclusión:

- Haber tenido lesiones deportivas en los últimos 3 meses; para esclarecer él porque de este criterio de exclusión, se hace importante resaltar que las lesiones deportivas es una variable bastante amplia, y que con el hecho de que el deportista lleve 3 meses de ejercicio físico con la ausencia de lesiones o dolores es el indicador adecuado para saber que está en un estado óptimo para presentar la prueba. (Bahr & Maehlum, 2004) (Angeles & Duran, 2008)

- Haber Faltado a una de las mediciones de la investigación.
- No tener el calzado idóneo para la prueba.
- Se excluyeron a los niños por no tener el registro completo de las variables evaluadas.
- Que no cumplan con los criterios de inclusión.

4.4 Variables

- Variables socio-demográficas: Género, edad, grado de escolaridad.
- Variables clínicas: antecedentes médicos (enfermedades osteomusculares), antecedentes quirúrgicos, tiempo de evolución de la lesión.
- Variables de rendimiento. Velocidad, aceleración.
- Variables biomecánicas: longitud de zancada, cadencia, tiempo de vuelo, tiempo de contacto.

4.4.1 Definición de sujetos de estudio:

Los sujetos estudiados en esta investigación son niños comprendidos entre la edad de 12 y 13 años, pertenecientes a la SFIS bajo la dirección del profesor Fausto Alarcón. Dichos niños se han destacado en el medio futbolístico por sus buenos resultados a nivel departamental y por ser un equipo competitivo.

4.5 Procedimientos:

4.5.1 Fase I Socialización de los objetivos de la investigación:

Se socializaron los objetivos de la investigación con el entrenador de la Selección Santander Infantil de Fútbol Fausto Alarcón Quijua y los padres o acudientes de cada menor, a los cuales se les entregaron los consentimientos informados.

4.5.2 FASE II Evaluación de medidas antropométricas:

Las medidas antropométricas fueron tomadas por estudiantes pertenecientes al Semillero de Investigación en Actividad Física y Salud (SIAF). El peso corporal fue evaluado con báscula TANITA 679F, la talla con estadiómetro SECA 213, finalmente el Índice de Masa Corporal, fue determinado por medio de la fórmula $IMC = \text{Peso (kg)} / \text{Talla}^2 \text{ (Mt)}$. Adicionalmente se registraron algunas variables socio-demográficas, clínicas y el tipo de calzado en ambas superficies (guayos para natural y zapatillas para artificial). Referente a la huella plantar los investigadores determinaron el tipo de pie en el laboratorio con el protocolo de Hernández Corvo. (Berdejo-del-Fresno, Lara Sánchez, Martínez-López, Cachón Zagalaz, & Lara Diéguez, 2013).

4.5.3 FASE III Evaluación de variables espaciotemporales:

Se procede a tomar la primera medición en cancha sintética (Universidad Santo Tomás sede Piedecuesta), con un calentamiento previo de cinco minutos realizado por los entrenadores de la SFIS. En la prueba el deportista debía correr a su máxima velocidad dentro de las bandas del OptoGait la cual tenía 5 metros de largo. A cada jugador se le permitió realizar la prueba dos veces y se registraron los mejores datos obtenidos. Entre cada oportunidad hay un breve receso que consta de 30 segundos.

48 horas después, a la misma hora del día 9 am, se realiza la segunda medición sobre superficie natural en la cancha de fútbol de la Universidad de Santander, la cual posee hierba San Agustín con 3 cm de altura. Al igual que en la evaluación hecha en grama artificial, los niños realizaron un calentamiento de cinco minutos por los mismos profesionales pertenecientes a la SFIS y Tuvieron dos oportunidades para realizar la prueba; las evaluaciones fueron realizadas en conjunto con el grupo de semilleros Physis pertenecientes al programa de fisioterapia UDES.

4.5.4 FASE IV Digitación y análisis de resultados:

Se realizó una doble digitación de los resultados en Excel 2013, y posteriormente se analizaron con el software STATA 13.0.

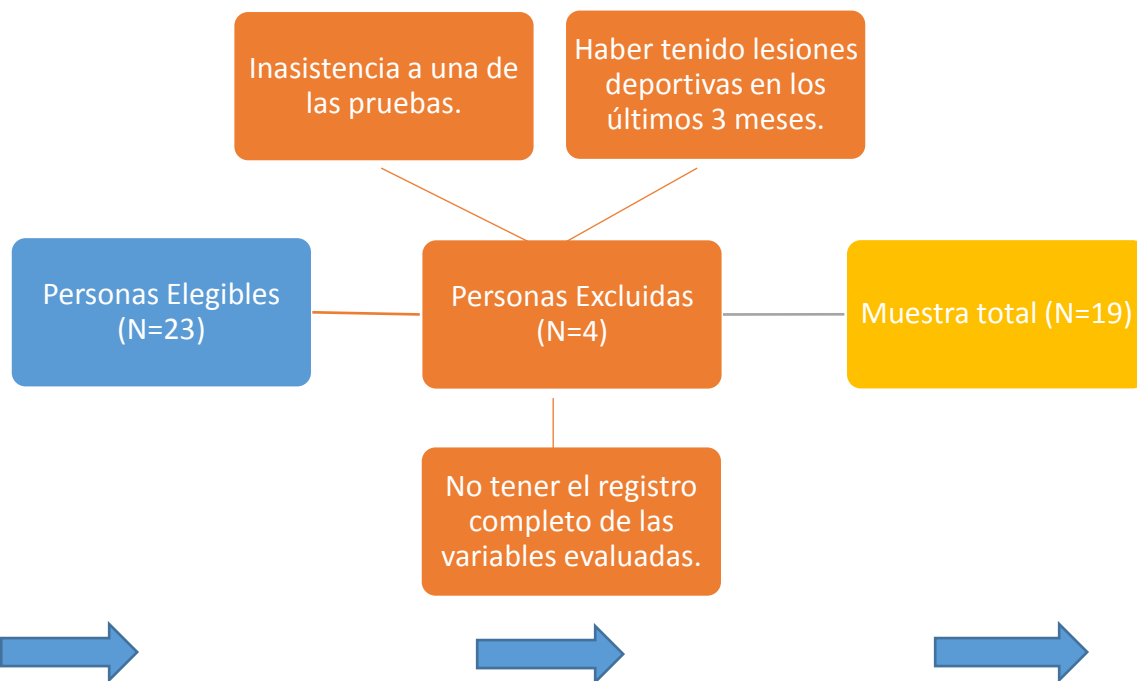


Figura 1. Criterios de inclusión y exclusión

4. Marco Conceptual

5.1 Marco teórico

5.1.1 superficies de juego en el futbol:

5.1.1.1 *Césped Natural:*

El césped natural, es la superficie donde se desarrolló el futbol en sus inicios; esta ha tendido a ser menospreciada por las instituciones públicas debido a sus bajos índices de rentabilidad, para desglosar mejor el tema, debemos analizar el término rentabilidad desde tres perspectivas en cuanto se habla de superficies: a) social, debido a sus rigurosos mantenimientos especiales, para que tener buena calidad, la cancha natural es menos exigible a cuanto número de personas que la pueden usar, por ende son más deficientes para el cumplimiento de razones sociales. b) Nivel Deportivo, las superficies naturales al requerir más cuidados, pierden de una u otra manera la calidad prestada, ya que, al ser deficiente el mantenimiento, o estar bajo unas condiciones meteorológicas poco favorables, la superficie pierde calidad, y se requiere de tiempo para que vuelva a estar óptima. Y c) Económica: Eventualmente las canchas naturales son de un costo mayor, en comparación con cualquier otro tipo de superficie por el constante mantenimiento y restricción de uso (Párraga & Sánchez, 2002). Sin embargo, al realizar un análisis en cuanto a los estudios cualitativos, y determinar que superficie es la preferida tanto por los jugadores como por el cuerpo técnico, las pocas investigaciones que hay en el medio, se inclinan mayormente a la superficie natural, además de ser esta la oficial para realizar los partidos elites de la FIFA (FIFA,

2016), por ende a pesar de su notable desventaja con otro tipo de superficies por cuestiones económicas, la superficie natural siempre tiene su bien merecido lugar en las disputas de fútbol.

5.1.1.2 Césped Artificial:

El Césped artificial es un material, que recrea o imita al césped natural, está hecho de materiales sintéticos que recrean el pasto natural, y a su vez debajo de este, poseen un relleno de arena y de caucho, estableciendo la última generación de césped artificial (3G) acreditado por la FIFA, que parece ser una verdadera alternativa de remplazo parcial por el césped natural.

Desde su creación en los años 60 ha buscado tener la mayor similitud con el pavimento natural; el césped artificial ha estado siempre ligado con la tecnología, y por ende ha ido evolucionando con el pasar de los años, llegando a una similitud muy importante con el pavimento natural, ya que ha creado una tendencia en cuanto su uso debido a los numerosos beneficios y ventajas que trae en comparación del césped natural, llevando así un incremento exponencial en los últimos años y su fomentación a través de las principales entidades del fútbol como lo es la FIFA, sin embargo se hace necesario precisar que el césped natural no se usa solo para fútbol, este en su largo proceso ha servido igual para un sin número de deportes que se realizan en la misma superficie natural, y gracias a las cualidades que este aporta se ha dado la tendencia de su instalación a nivel global, lo que ha llevado a realizar múltiples estudios que buscan identificar las diferencias y similitudes que comparte el césped natural con el artificial. (FIFA, 2016)

El Césped artificial ha sufrido grandes cambios desde su creación. El pavimento artificial o sintético nace en el año 1966, en la ciudad de Houston, Texas, donde se instalaron los primeros

escenarios hechos de este material, en una unidad deportiva cubierta; su objetivo era otorgar más funcionalidad a este escenario.

Sin embargo el material (Nylon) con que se fabricaban este pavimento tenía grandes diferencias a la hierba natural, este provocaba “quemaduras” a los jugadores en el momento de los rozos de la piel y la superficie. Durante la década de los 60 y 70 se lanzó una gran iniciativa para la creación de escenarios deportivos cubiertos, por lo que generó un incremento de la instalación de este material ya que la luz solar no podía entrar al césped natural, lo que permitió aumentar considerablemente su popularidad, ya que permitía usar las instalaciones con mayor regularidad y en situaciones climáticas extremas.

En la década del 80, el césped artificial inicia su interacción con el Fútbol o Soccer, en algunos clubes ingleses como el Queens Park Rangers, que realiza un remplazo de sus canchas de césped natural por césped sintético de segunda generación (polipropileno), que poseía una mayor altura del pasto y porcentaje de arena en su composición, lo que permitió una mayor estabilidad en la superficie de juego. Sin embargo el papel estabilizador que cumplía la arena, permitía una mejor interacción de la pelota con la superficie, pero generaba molestia para los jugadores a la hora de deslizarse por la superficie.

En la década de los 90, la reputación del césped artificial empieza a ser negativa, debido a los problemas de inconsistencia, principalmente calidad y seguridad ya que el pasto era más duro que el natural, lo cual genera mala reputación entre espectadores y deportistas, específicamente se consideraba que esta superficie aumentaba la probabilidad de lesiones, por lo cual promovió su prohibición por la parte de la FIFA como de la UEFA y otras asociaciones importantes del fútbol. Sin embargo el césped sintético, a pesar de ser satanizado por el mundo deportivo, siguió

con su evolución tecnológica para convertirse en un elemento importante de las diferentes disciplinas deportivas.

A partir del siglo XXI, el césped sintético comienza a emerger nuevamente, gracias a los avances tecnológicos, y las nuevas superficies, se da la nueva generación de césped en el mundo deportivo, Césped de Tercera Generación (3G), el cual permite una mayor seguridad y similitud de juego al césped natural. Gracias a esto tanto la FIFA como la UEFA lanzan un innovador programa que puede brindar y garantizar la calidad del césped artificial, como a su vez la su homogeneidad en los diferentes escenarios donde se disputan los partidos, con el objetivo de estandarizar las superficies artificiales. Por ende en el año 2003 la FIFA restaura la realización de encuentros deportivos en césped sintético, en el Mundial Sub-17, disputado en el país de Finlandia, donde es el primer escenario, que uno de los estadios anfitriones, estaba equipado con césped artificial.

En el año 2004, el Football Association Board opta por incluir el césped artificial en las reglas del juego; para que un encuentro competitivo pueda realizarse en superficie artificial, este debe poseer los requisitos de un terreno adecuado, contar con los sellos de calidad FIFA 1 *Star Recommended*, FIFA 2 *Star Recommended*, para que puedan disputarse partidos internacionales. Gracias a los avances tecnológicos, y a la calidad del césped artificial, se puede realizar la Copa del Mundo sub-17 de la FIFA en el año 2007 en Perú; gracias a las condiciones ambientales y meteorológicas (un clima seco con fuertes lluvias ocasionales) del lugar se realiza todo el Mundial sobre superficies sintéticas.

En el año 2015, se realiza la Copa Mundial Femenina de Canadá en su totalidad sobre superficies artificiales de tercera generación. En este año la FIFA realiza el nuevo lanzamiento de la clasificación de superficies artificiales, estas para ser avaladas, requieren de una serie de

pruebas de laboratorio más rigurosas, pasando a remplazar la clasificación anterior de “*FIFA Recommended 1 Star*” y “*FIFA Recommended 2 Star*” a “*FIFA Quality*” y “*FIFA Quality Pro*”, esta nueva clasificación permite una homogeneidad mayor del terreno de juego, a su vez condiciones aparentemente similares en cuanto seguridad del deportistas y jugabilidad del balón. (Gallardo, Felipe, Burillo, & Gallardo, 2010)

Actualmente el césped artificial está siendo una gran alternativa para jugar al fútbol aparte de sus sin número de beneficio, ha entrado a cumplir labores sociales bastante importantes, ya que gracias a su durabilidad, este permite que se pueda jugar por mucho más tiempo, y por ende se puede realizar mayor participación de los diferentes deportes que en comparación del césped natural.

5.1.1.3 Clasificación del Césped Sintético:

La FIFA en su página web reconoce dos tipos de césped artificial, es importante aclarar, que para que sea reconocido como un césped sintético de alta calidad, es decir que sus condiciones se asemejen al pavimento natural, debe pasar por unas rigurosas pruebas de laboratorio, que entraría a avalar la calidad e idoneidad del césped según su propósito.

El primer tipo de césped es el “*FIFA QUALITY*, en el caso de aquellas canchas que cumplen con los estándares de canchas comunitarias y de fútbol aficionado y el sello”. Y en segundo prototipo es el “*FIFA QUALITY PRO* en el caso de las canchas que garantizan el mejor rendimiento en el ámbito del fútbol profesional.” (FIFA, 2016)

Sin embargo se hace necesario precisar que no todas las canchas sintéticas que se hallan en medio de nuestro medio tienen esta clase de certificación, muchas son realizadas por empresas externas que brindan sus servicios de instalación, y que de igual manera no cuentan con ningún

tipo de control, lo cual no puede certificar o garantizar su calidad en cuanto a la jugabilidad y seguridad para los deportistas.

5.1.1.4 Ventajas y Desventajas:

El césped artificial a lo largo de su creación ha sido un tema controversial, muchos autores ha investigado sobre el tema, pero sin embargo la gran mayoría de estos estudios se basan en parámetros subjetivos, que de cierta forma están ligados al relativismo individual de los jugadores periodistas o entrenadores, por lo que se convierte en un tema controversial que necesita ser investigado, para determinar la incógnita de que superficie es mejor.

5.1.1.5 Durabilidad:

Sin duda alguna el pavimento artificial en este parámetro representa una ventaja superior, ya que su tiempo de uso en cuanto al césped natural es sumamente superior; el pasto artificial aparentemente no tiene límite de horas semanales para su uso continuo, siempre y cuando que se le haga el mantenimiento adecuado; esta superficie puede ser usada sin restricciones de tiempo, además de que su cuidado es mínimo en comparación de otros pavimentos, ya que con menos de 10 horas semanales, este césped se sostiene apto para su uso, y las variables son iguales siempre, por lo que brinda siempre la homogeneidad de juego. En cuanto a la superficie natural, la recomendación en cuanto a tiempo de uso no sobrepasan las ocho horas semanales, además de que su mantenimiento requiere como mínimo 15 horas de dedicación semanal, y según la percepción colectiva de los jugadores, el pavimento artificial es más pulcro, ya que este se mantiene impecable debido a la facilidad de limpieza del pasto sintético. (Gallardo, Felipe, Burillo, & Gallardo, 2010)

Desde otro punto de vista, la durabilidad y supremacía del césped sintético se puede enfocar desde la perspectiva de las condiciones climáticas adversas, en muchos lugares del mundo, donde las condiciones meteorológicas son extremas y poco predecibles, el césped natural es una excelente alternativa, ya que este no necesita luz solar para crecer, ni de ningún otro factor externo del ambiente, por lo cual este césped se podrá mantener en uso en los más fuertes inviernos y complicaciones climáticas. Permitiendo así que la práctica deportiva, y los diferentes encuentros competitivos se puedan llevar a cabo sin necesidad de ser suspendidos por malas condiciones meteorológicas.

5.1.1.6 Riesgo De lesión:

El mundo del fútbol ha estado sumergido en un controvertido debate desde la creación del césped artificial; ha sido tendencia suponer, que la probabilidad de lesión en el césped artificial es mucho mayor en comparación con el pavimento natural, esta premisa ha dado lugar a un sinnúmero de investigaciones científicas, que han buscado determinar la incidencia de lesiones en los jugadores al realizar encuentros deportivos en pasto artificial. Pero aparentemente esta hipótesis es solo una idea errónea del común, ya que científicos como *Jan Ekstrand*, expresa que todas las investigaciones realizadas sobre este asunto, son aparentemente consistentes, y llegan al mismo punto. En investigaciones como (Williams, Akogyrem, & Williams, 2013), basados en una revisión sistemática de artículos relacionados con el tema, relatan que no se encuentra diferencias marcadas entre ambos tipos de superficies en cuanto a lesiones se habla, de hecho sugieren que el pavimento artificial puede reducir la incidencia de algunos tipos de lesiones.

La ciencia no ha podido reconocer ninguna diferencia si al jugar en césped artificial se corre mayor riesgo de padecer de una lesión, por lo que significa que la probabilidad de tener una

lesión es la misma en ambas superficies, siempre y cuando el césped artificial sea avalado o reconocido por la FIFA, y su mantenimiento sea el adecuado. Es posible, que esta concepción que se tiene del pavimento artificial, sea la secuela de malas experiencias en el pasado, en su antigüedad el césped sintético era básicamente una alfombra, nada que se compare con el pasto de tercera generación con el que se juega actualmente, por lo que se puede suponer que el efecto de malas experiencias con las tecnologías anteriores del pasto sintético, sea el motivo de la mala fama que tiene, en especial de los jugadores más veteranos, ya que según la literatura el césped artificial fue estigmatizado durante el inicio su comercialización en el siglo pasado.

Pero es un hecho científico, que el riesgo de lesiones *musculares* disminuye, al jugar en pavimento sintético, por lo que el césped artificial podría ser planteado como una excelente alternativa para los jugadores veteranos, ya que es conocido que con la edad la posibilidad de lesiones musculares puede aumentar, y a todos en general. Por otra parte según Ekstrand, se encontró que posiblemente el pavimento artificial incida mayormente en lesiones de ligamentos de tobillos, sería prudente argumentar que hace falta mucha más literatura para universalizar estas premisas a nivel global.

Sin embargo se hace necesario especificar, que este tipo de estudios, en específico sobre lesiones deportivas, en los diferentes tipos de pavimento, es bastante conflictivo; por una parte, los jugadores están en una constante interacción con los dos tipos de superficies, es decir que en ciertos momentos de la temporada, o en algunos encuentros competitivos pueden cambiar de superficie a la que habitualmente este acostumbrados a jugar, sería complicado destinar a los jugadores al uso de una sola superficie, tanto en entrenamientos como en juegos competitivos, por lo que dificulta la cuantificación de incidencia de lesiones en un aspecto investigativo. Además es fundamental aclarar que la calidad de ambas superficies, tanto artificial como natural,

es regida por la calidad del mantenimiento que tengan los campos deportivos, por lo cual se convierte en otra variable difícil de medir a la hora de entrar a realizar estudios sobre el tema.

5.1.1.7 Rendimiento Futbolista:

Lamentablemente, existen en el medio muy pocas investigaciones que esclarezcan esta variable crucial, en cuanto a rendimiento de juego nos referimos, tenemos que ser conscientes que en ocasiones puede ser convertirse en un ítem controversial, y un tanto relativo, sin embargo hay un abrebocas de estudios como el de (Diez & Burillo, 2012), que prevén muy pocas variaciones en ambas superficies (Natural y sintética), aparentemente, encuentra solo una diferencia significativa en cuanto a la agilidad, con y sin balón, a favor de la hierba natural. Otras pruebas como desplazamientos lineales (Velocidad), y agotamiento físico parece que no hay diferencia alguna, sin embargo en los análisis cualitativos, los jugadores de este estudio se inclinan mayormente en la superficie natural, al igual que los cuestionarios realizados por (Gallardo, Felipe, Burillo, & Gallardo, 2010).

5.1.2 Patrón de marcha y carrera:

5.1.2.1 Marcha:

La marcha para (Luna, 2005) “es una serie de movimientos alternantes y rítmicos, de las extremidades y del tronco que determinan un desplazamiento hacia adelante del centro de gravedad”.

La marcha tiene un patrón llamado “ciclo de la marcha” el cual inicia cuando un pie, hace contacto con el suelo y finaliza con el siguiente contacto del mismo pie en el suelo, a este ciclo también se le conoce como paso completo. (Luna, 2005)

El ciclo de la marcha se divide en tres fases:

1. Fase de Contacto: Es la primera fase del ciclo de la carrera, va desde el primer apoyo del pie con el piso, hasta el momento en el que el pie pierde contacto con este, esta fase tiene un porcentaje de tiempo relativo gastado (TRG) de un 60% del ciclo; Sin embargo, esta fase se divide en tres momentos: (Luna, 2005)
 - El choque de talón representa un 10% de del TRG y es el instante en el que el talón toca el suelo.
 - El apoyo plantar representa un 20% del TRG y es la fase en la que entra en contacto la parte anterior del pie con el suelo.
 - Apoyo medio, representa un 20% del TRG, este momento se evidencia cuando la planta del pie está totalmente apoyada en el piso.
 - Y por último, la propulsión, esta representa el 10% del TRG, comienza con el levantamiento del talón y finaliza cuando no haya contacto alguno del pie con el piso.
2. Balanceo: Es la parte del ciclo de la marcha en la que el pie no está en contacto con el suelo, esta fase representa el 40% del TRG; el balanceo tiene tres momentos (Luna, 2005):
 - Balanceo inicial o aceleración: esta sub fase se evidencia inmediatamente los dedos abandonan el suelo y representa el 15% del TRG.
 - El balanceo medio hace referencia al momento en el que la pierna en movimiento pasa la pierna de apoyo como un péndulo, este movimiento representa el 10% del TRG.

- Balanceo final o desaceleración es el momento en el cual la pierna desacelera para acercarse a la fase de contacto con el suelo, representando este el 15% del TRG.
3. El *doble soporte* es la última fase del ciclo de la marcha, esta se puede presenciar cuando los dos pies están en contacto con el piso; esta fase representa el 25% del TRG (Luna, 2005)

5.1.2.2 Carrera

El objetivo principal de la carrera en relación con la marcha es adquirir mayor velocidad, sin embargo, esta no es una simple marcha acelerada, debido a que posee características biomecánicas diferentes; la carrera tiene dos fases: (Martín, 2013)

1. Fase de apoyo monopodal: esta fase consta con el 35% del tiempo relativo gastado del ciclo completo, este momento inicia cuando uno de los pies entra en contacto con el piso y finaliza cuando este pierde contacto. (Martín, 2013)
2. Fase de oscilación o suspensión: esta fase tiene tres sub fases las cuales representa el 65% del TRG. (Martín, 2013)
 - Suspensión inicial: esta fase se puede percibir cuando el pie deja el contacto con el piso, esta fase representa el 15% del TRG.
 - Fase media de balanceo: es la fase en la cual el pie oscilante adelanta el otro pie y esta fase representa el 35% del TRG.
 - Suspensión final: es la última fase del ciclo, esta se percibe porque es la parte en la que se prepara el pie para establecer contacto con el piso y representa el 15% del TRG.

5.1.2.3 Velocidad:

Según (García M. , 1998) la velocidad es la “Capacidad de un sujeto para realizar acciones motoras en un mínimo de tiempo y con máxima eficacia” Una de las principales variables que se estudian en esta investigación es la capacidad física de la velocidad, los autores reconocen muchos tipos de velocidad, velocidad de reacción, velocidad en los movimientos aislados, velocidad en la frecuencia de los movimientos en la unidad de tiempo y velocidad de desplazamiento o traslación, nuestro interés de estudio radica en esta última, que se manifiesta en un gran número de actividades deportivas y suele ser un factor decisivo tanto en las competencias de atletismo como en los deportes de conjunto como el fútbol, el baloncesto entre otros, suele ser bastante controversial entre teóricos, interpretada a menudo como rapidez y celeridad, numerosos expertos han dedicado gran cantidad de tiempo en resolver esta controversia, pero sin embargo en el presente estudio no entraremos a discrepar entre estos dos conceptos, ya que no es el interés de la investigación, sin embargo intentaremos aclarar estos conceptos.

Según (Blazevich, 2011), existen dos formas de describir el recorrido de un movimiento, eventualmente en este caso los transportaremos específicamente al deporte, mediante la distancia y el desplazamiento; la distancia, una magnitud a escalar, se interpreta como la medida que permite cuantificar grosso modo el recorrido (lo grande), mientras que el desplazamiento lo caracteriza una cantidad y una dirección, volviéndolo así una magnitud vectorial, que se define con el resultado final del movimiento e dirección. En este caso, ambos conceptos cumplen con la expectativa de la investigación, como el recorrido será lineal ambos términos pueden funcionar, para seguir la norma utilizaremos celeridad, esta se puede calcular mediante la

siguiente formula: Velocidad: Distancia/ tiempo, esta nos arrojará el resultado en m/s, (entendiendo m como metros y s como segundos).

La velocidad y la celeridad son el producto de múltiples factores a nivel orgánico, como lo es la eficiencia del metabolismo en los sustratos energéticos, temperatura muscular, flexibilidad, la interconexión muscular, y las contracciones musculares producidas en las fibras; en cuanto a celeridad se habla, para que se consiga una mejor manifestación de esta, es necesario que el deportista posea no solo las aptitudes necesarias, sino una preferencia por las fibras musculares tipo II, que son aquellas que pueden realizar un elevado número de contracciones musculares mucho más rápido que las fibras tipo I, eventualmente en deportes de marca y tiempo las fibras tipo II son primordiales para obtener el éxito deportivo, hasta el momento la ciencia deportiva ha planteado que esta capacidad, al igual que las fibras está ligada a un fuerte factor hereditario. (Hegedüs, 1997)

En cuanto futbol hablamos, teniendo en cuenta la naturaleza del deporte, su duración y movimientos, se entiende que se hace necesario tener ambas fibras, ya que al ser un deporte plenamente aeróbico por su duración también posee muchos momentos donde la velocidad pasa a ser un factor decisivo para marcar, por ende se hace necesario someter al cuerpo a un entrenamiento mixto donde se desarrollen estas dos capacidades y a su vez los tipos de fibras para realizarlas. El interés de estudio se enfatiza en determinar en qué tipo de superficie el futbolista posee mayor velocidad, sin duda alguna esta es usada en todos los momentos del juego, obviamente que esta se verá mayor o menor según la posición del jugador pero siempre estará en presente en el juego, tanto en situaciones ofensivas como defensivas, se hace necesario optimizar el desarrollo de esta capacidad, pero por fácil que parezca el acercamiento a la realidad es bastante complicado, la velocidad, en esta ocasión celeridad es una de las capacidades físicas

más difíciles de desarrollar inclusive para los deportistas que dedican sus entrenamientos diarios solo a esta, ahora si comparamos a un futbolista, que en esta ocasión deberá realizar la conducción del balón, imprimirle velocidad, tener en cuenta los contrarios del equipo, realizar cambios de dirección y maniobras evasivas, resultara en un gesto deportivo bastante complejo de realizar, pero todo se hace bajo la influencia de la velocidad.

5.1.2.4 Aceleración:

Desde la perspectiva de la física, la aceleración se interpreta como una magnitud vectorial, que sirve para manifestar la manera, en la que un ente altera la velocidad que lleva en un determinado tramo de un recorrido. (Blazevich, 2011) La aceleración es una cualidad que adquiere gran relevancia en todos los deportes que requieren de desplazamientos (Hoff & Helgerud, 2004) (Svensson & Drust, 2005), en el futbol al ser un deporte colectivo y aciclico de larga duración, estaríamos hablando de resistencia a la aceleración, ya que durante el tiempo que se dispute el partido los jugadores realizaran constantemente aceleraciones máximas. La aceleración, desde un punto de vista físico, es la magnitud que mide el incremento de la velocidad en relación con el tiempo en metros/seg, esta se basa en el aumento de la fuerza realizada por el propio cuerpo con el fin de provocar un desplazamiento. Al igual que la velocidad, la aceleración está fuertemente relacionada con factores biológicos y la capacidad de reacción, además de estar influenciada por la parte bioenergética y las capacidades coordinativas del musculo, que se basa en la eficiencia que tienen los músculos para trabajar como un ente único de acuerdo a los requerimientos de la situación. Por otra parte, la aceleración es dependiente de la potencia del sistema anaeróbico aláctico, y es la manifestación de la velocidad

de desplazamiento, fuerza y resistencia especial. (Hornillos Baz, 2010). La aceleración se puede calcular con la siguiente formula, $aceleración = \frac{Velocidad\ final - velocidad\ inicial}{tiempo}$

5.1.2.5 La Velocidad y Aceleración como factores determinantes en el Fútbol:

Como es bien conocido en la actualidad, los tediosos procesos de selección se basan en características de tipo hereditarias en los deportistas, como lo indica (Calleja, Mejuto, Casamichana, Roman, & Yanci, 2015), la aceleración en los cambios de dirección, y la velocidad se han convertido en características típicas de los equipos que consiguen el éxito en el juego (Reina Gómez & Hernández Mendo, 2012), por lo que ha creado la tendencia, que tanto los equipos profesionales como amateurs inviertan tiempo de trabajo a estas cualidades físicas.

5.1.3 Instrumento de Medición OPTOGAIT:

Durante el proceso investigativo del presente artículo, contamos con el innovador sistema de análisis de marcha OPTOGAIT, pero ¿Qué es Optogait? : “Es un sistema de obtención óptica de datos, compuesto de una barra óptica transmisora y una receptora.

Cada una contiene 96 leds Infrarrojos (1,041 cm resolución). Estos leds están ubicados sobre la barra transmisora y se comunican continuamente con los leds ubicados en la barra receptora. El sistema detecta eventuales interrupciones y su duración.

Esto permite la medición de los tiempos de vuelo y de contacto durante la ejecución de una serie de saltos, con una precisión de 1/1000 de segundo. Partiendo de esta base de datos fundamentales, el software particularmente diseñado, permite la obtención, con la máxima precisión y en tiempo real, de una serie de (parámetros ligados al rendimiento del atleta. La

ausencia de partes mecánicas en movimiento garantiza su precisión y fiabilidad”. (OptpGait, 2017)

Este que cuenta con unos sistemas sensitivos, cámaras de alta velocidad, y un particular sistema de medida, que no has permitido cuantificar de forma puntual la velocidad y aceleración en ambos campos de futbol. Este sistema biomecánico nos permitió mediar ambas variables en una sola ejecución, teniendo en cuenta datos fundamentales tales como: Tiempo de contacto, cambios de velocidad durante la marcha, numero de zancadas etc. En síntesis se puede decir que OptoGait cuenta con lo último en avances tecnológicos del análisis de marcha, por lo que se hace en el instrumento idóneo para esta investigación.

5.1.4 Calzado Deportivo (Botines de Futbol):

Desde los inicios del futbol, los agentes involucrados en el deporte, han incluido tipos de calzados adecuados para la práctica deportiva, eventualmente estos han surgido una gran evolución al igual que el deporte mismo; pasaron de ser guayos o botines hechos de cuero duro, con tachos de metal para anclarse al suelo y que pasaban la altura del tobillo, ha sofisticados botines con un sin número de tecnologías, que permiten al jugador vivir una experiencia mucho más amena a la hora de la práctica, convirtiéndolos en calzado más aerodinámico, que a la hora de la ejecución en él juego se engrana de forma armoniosa con la biomecánica propia de los gestos deportivos.

Como lo expone (García & Manuel, 2007), en su revisión sistemática de la literatura sobre los botines de futbol, indica que a pesar de ser un tema de mucho fanatismo y que mueve mucho dinero, es un ítem relativamente poco estudiado; grandes marcas deportivas indican que antes de que sus calzados salga a la venta, van acompañados de estudios biomecánicos, pero en el medio

se encuentra muy poca información del calzado de forma global, y mucho menos del calzado específico para cada superficie. Pero guías como la de (Vicen, Garrigos, Gonzales, & Salinero, 2013), dan una perspectiva de cuáles son los beneficios de portar un calzado idóneo en la práctica deportiva, este:

5.1.4.1 Prevención de Lesiones:

Sin duda alguna, este es uno de los beneficios más importantes del calzado adecuado, sin embargo estudios como el de (Luhtanen, 2004), afirman que el calzado no contiene ningún beneficio en cuanto a lesiones, teoría con la que estamos totalmente en contra, ya que con la tecnologías amortiguadoras, y envolventes del calzado deben, en alguna medida, proteger mayormente las articulaciones en comparación de otros calzados. Para que el calzado realmente sea efectivo, debe tener buena amortiguación, la cual se añade según el tipo de deporte que va de acuerdo con las exigencias propias de este, en deportes de velocidad, la amortiguación es elevada dada los constantes impactos que recibe, pero siendo aerodinámicos para no restringir la generación de velocidad, a diferencia de los deportes de saltos, donde hay igual alta amortiguación pero como una cobertura del tobillo para proteger este. Otros aspectos relevantes, puede ser el tipo de pie, que respecto a las condiciones propias de este el calzado debe ser especial, para evitar una lesión por la propia biología del atleta; así como el desgaste de los zapatos, para que estos otorguen sus beneficios deben ser remplazados de acuerdo al mismo uso que se les dé.

Entrando en materia la clave del calzado radica de forma directa que se utilice en la superficie para la cual ha sido diseñado; De forma coloquial siempre se ha usado los guayos para las

canchas naturales, estos al tener taches y suelas anchas permiten una mayor adherencia al suelo y por consiguiente mejor movilidad a través de la cancha, y en superficies sintéticas se usan los “tenis guayos”, que son una modificación de los primeros que carecen propiamente de taches, tiene en su suela una especie de superficie que no otorga tanta fricción al desplazamiento por la superficie sintética, y como está en su gran parte alberga caucho en su composición no necesita de taches para desempeñar bien el movimiento. En este orden de ideas, el uso del calzado inadecuado puede ser un factor de riesgo de lesión, así lo expone (Vicen, Garrigos, Gonzales, & Salinero, 2013).

5.1.4.2 Aumento del Rendimiento:

Refiriéndonos de forma específica en el fútbol, como ya se ha explicado constantemente, es un deporte de velocidad, aceleraciones y cambios de ritmos que constituyen parte fundamental del juego y su resultado final; el calzado ingresa de forma importante cuando se analiza las constantes fuerzas de impulso que genera el deportista con las cadenas cinéticas de su musculatura, además la amortiguación en los desplazamientos y la receptibilidad que tiene el calzado en cuanto a la movilidad de la articulación del tobillo, son factores que si se carecen de ellos pueden ser contraproducentes en el rendimiento.

5.1.4.3 Estética y comodidad:

La comodidad del calzado igual que los demás es un factor fundamental del calzado, que sin duda alguna se relaciona con el rendimiento y mayormente en deportes de larga duración como el fútbol, se busca que el calzado se adapte a la morfología propia del pie, y que tenga buena ventilación para la eliminación del sudor y evitar la proliferación de hongos y ampollas en el pie.

Y no menos importante la estética, que hoy por hoy puede ser uno de los mayores motivos de compras del cazado, volviéndolo un mercado pudiente en donde se ven involucrado estrellas del futbol.

5.1.5 Características morfológicas del pie

El pie es una estructura tridimensional cuya función es el soporte, equilibrio del cuerpo, además de ser la pieza fundamental para realizar movimientos en bipedestación como la marcha y la carrera.

Huesos: El pie está compuesto en total por 26 huesos y se divide en 3 zonas:

Tarso: Conjunto de huesos cortos (Calcáneo, astrágalo, cuboides y tres huesos cuneiformes)

Metatarso: conjunto de 5 huesos largos (Se propagan por la parte inferior de cada uno de los dedos del pie)

Falanges: Constituyen el esqueleto de los dedos del pie, constan de tres falanges (proximal, medial y distal) excepto el primer dedo que solo consta de dos.

Articulaciones: Unen los huesos de la pierna con el tarso, los del tarso entre sí, además de conectarlos con los del metatarso y los dedos.

Ligamentos: Todas las articulaciones están unidas entre sí por un fuerte sistema ligamentoso.

Músculos: Se dividen en dos grupos:

Sistema muscular extrínseco: Función dinámica.

Sistema muscular intrínseco: Función estática.

La bóveda plantar: Es el sistema que asocia con armonía todos los elementos del pie. Experimenta cambios en la curvatura y de elasticidad para adaptarse a terrenos. Distribuye el peso corporal y las fuerzas generadas en el movimiento.

El pie tiene una estructura triangular:

Un lado inferior: músculos y ligamentos plantares.

Un lado antero-superior: Flexores de tobillo y extensores de los dedos.

Un lado posterior: Extensores del tobillo y flexores de los dedos.

Cuando existe un equilibrio entre las tres fuerzas nos encontramos con una forma normal de la planta del pie.

Cuando existe una descompensación de estas fuerzas se conoce como:

Pie cavo: Acentuación de la curva plantar

Pie plano: Aplanamiento de la curva plantar.

(Abián, Coso, Gonzáles, & Salinero, 2011)

5.1.5.1 Protocolo de Hernández Corvo para hallar la medida de la huella plantar:

Se marcan dos puntos, en las prominencias más internas de la huella (1 y 1'), se realiza el "trazo inicial" que es el que une ambos puntos.

Se marca otro punto en la parte más anterior de la huella y en la parte más posterior otro (2 y 2'). Se trazan perpendiculares a estos últimos puntos respecto al trazo inicial.

La distancia entre este último trazo y el punto 1 es la "medida fundamental" y se traslada las veces que quepa en el trazo inicial (3, 4 y 5).

Se traza una perpendicular a la línea 3, pasando por la parte más externa de la huella, otra perpendicular a 4 y otra a 5 pasando también por la parte más externa (6, 7)

La distancia entre el trazo inicial y 6 es X (ancho del metatarso); la distancia entre 9 y 7 es Y (arco externo, superficie apoyo medio pie).

$$\frac{X - Y}{X} \times 100 = \%$$

Rango normal: si está entre 40%-59%

Pie Plano: 0%-39%

Pie cavo: 60%-100%

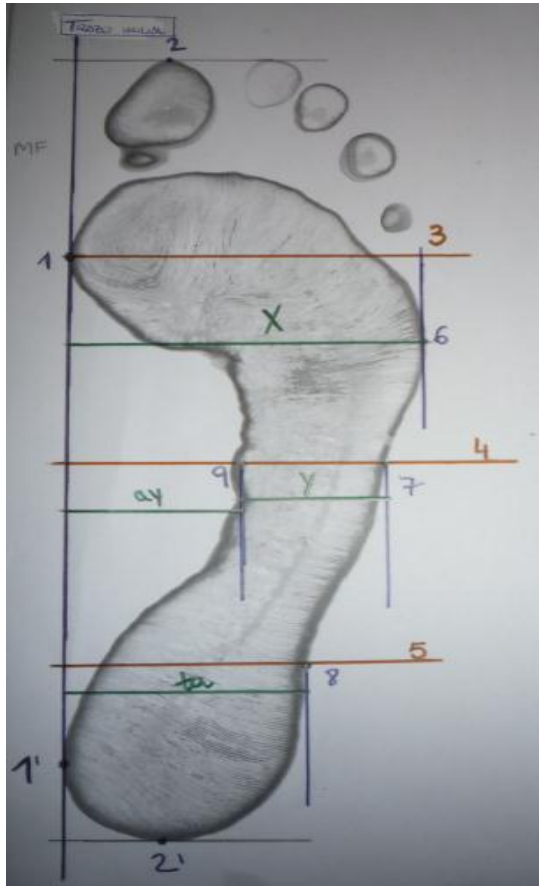


Figura 2. Protocolo Hernández Corvo

5.1.5.2 Fricción

Las fuerzas de fricción aparecen siempre que un cuerpo se mueve sobre la superficie de otro. Fricción se define como “la fuerza tangencial que actúa entre dos cuerpos en contacto que se opone al movimiento o lo impide. Si los dos cuerpos están en reposo, entonces las fuerzas de fricción se denominan fricción estática” (Rodgers y Cavanagh, 1984) Por lo tanto cuando tiene lugar la locomoción humana, la fricción desempeña su papel de muchas formas. Para que haya una propulsión efectiva cuando cada pie reacciona alternativamente contra el suelo, es

importante que no haya deslizamiento entre la superficie del suelo y el miembro del cuerpo que entra en contacto con la misma. En este caso hay fuerzas de fricción considerable entre las dos superficies que interactúan. (Gowitzke, 1999)

Las articulaciones del cuerpo tienen miembros que en general se articulan girando y deslizando los unos sobre los otros. Para minimizar las fuerzas de fricción se requiere de una lubricación y unas propiedades de las superficies adecuadas. Esto explica la estructura anatómica de las articulaciones, que están recubiertas de líquido sinovial. (Gowitzke, 1999)

Las fuerzas de fricción dependen de las propiedades de la superficie, así como de su lubricación, el modo de movimiento entre las superficies y la naturaleza de las fuerzas que las mantienen juntas. Los conocimientos sobre los modos en que se pueden controlar estos factores son muy útiles para apreciar los aspectos del movimiento humano, así como para diseñar dispositivos de utilidad para el hombre. (Gowitzke, 1999)

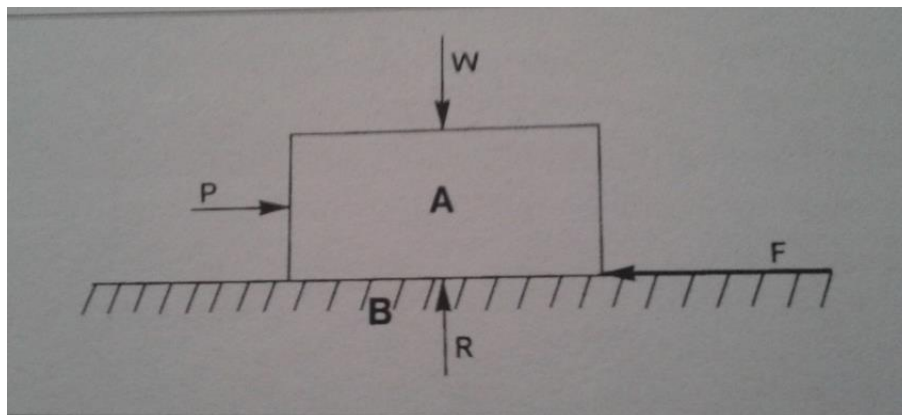


Figura 3. Representación esquemática de la fuerza de fricción.

La figura 3 representa un bloque de material A, que tiene un peso W y reposa sobre una superficie B. Se ejerce una fuerza horizontal P en tentativa de mover A sobre B. W representa el peso de A. R es la fuerza de reacción de la superficie B. Contrarresta exactamente W . La fuerza P necesaria para mover el bloque debe exceder levemente la fuerza de fricción F entre los objetos

A y B. Explorando experimentalmente la relación entre P y W para que ocurra el movimiento, se observa que:

$$P = F_{max} = \mu W = R$$

Es decir,

$$F_{max} = \mu R$$

Donde μ es el coeficiente de fricción estática y es un factor que se relaciona con las propiedades de las superficies A y B, y con la fuerza de reacción R entre las dos superficies. La fricción estática se puede considerar como una “fricción inicial” o “fricción de inercia” porque es la fricción que se opone al inicio del movimiento. (Gowitzke, 1999)

Los ejemplos de fricción estática son numerosos ya que sería imposible andar o lograr cualquier forma de locomoción sin fricción estática.

F_{max} es independiente del area de superficie entre A y B, y es proporcional a la fuerza normal; es decir, la fuerza de reacción de B sobre A.

“Si hay un movimiento relativo entre los dos cuerpos, entonces las fuerzas que actúan sobre las superficies se denominan fricción cinética” (Rodgers y Cavanagh, 1984, pag. 85) Cuando se produce un deslizamiento entre dos superficies, lo que constituye un tipo de fricción cinética, hay un coeficiente de fricción de deslizamiento μ_s que es siempre inferior a μ . Es importante tener en cuenta que la fuerza de fricción de deslizamiento está en la misma línea, aunque en dirección opuesta, que la dirección del movimiento y es perpendicular a la fuerza que mantiene los dos objetos unidos. Como con la fricción estática, la fuerza de fricción de deslizamiento es proporcional a la fuerza que los mantiene unidos y es totalmente dependiente de la naturaleza de las superficies. (Gowitzke, 1999)

$$F_s = \mu_s R$$

Y

$$F_s < F_{m\acute{a}x}$$

Cuando se realiza un trabajo moviéndose contra fuerzas de fricción, dicho trabajo genera calor entre las superficies, especialmente si el movimiento es muy rápido.

Un segundo tipo de fricción cinética se conoce como fricción de rodadura. La fricción de rodadura se produce como consecuencia de las deformaciones de ambas superficies a medida que una se desliza sobre la otra. La fricción por rodadura es generalmente inferior a μ o μ_s unas 100 a 1000 veces y depende de las fuerzas de reacción y del radio de la curvatura del miembro que rueda.

5.1.6 Antecedentes:

Desde que los deportes se han convertido en un eslabón económico importante para los países, los hombres han estado tras su constante estudio para hacer evolucionar este, y el deporte más famoso del mundo no es la excepción; ya es que podemos observar un amplio abanico de publicaciones que hacen referencia al estudio del fútbol y su desarrollo con los distintos escenarios deportivos que podemos encontrar en los diferentes contextos sociodemográficos.

Desde la apareció de la superficie sintética en la década de los setenta, surgió una nueva controversia entre teóricos, en cual superficie era ideal para jugar al fútbol; obviamente el césped que apareció en aquellas décadas era muy inferior con el que contamos hoy en día, más tosco y con poca semejanza al césped natural, sin embargo, a pesar de todos los avances tecnológicos, las personas desde una escala subjetiva, prefieren el césped natural (Gallardo, Felipe, Burillo, & Gallardo, 2010), y es que para ellos la movilidad tanto del jugador como del balón es similar y por ende representa mejores sensaciones de juego. Pero si analizamos el tema desde una

perspectiva más cuantitativa, las diferencias parecen ser nulas, múltiples estudios han coincidido y han determinado que las diferencias son demasiado breves entre superficies, (Diez & Burillo, 2012), por lo que siempre se ha recomendado en todos los estudios, dar paso a nuevas investigaciones que con instrumento de mediciones más idóneos puedan esclarecer este tema.

5.1.7 Estado del Arte:

A pesar de los múltiples estudios, aparentemente en la actualidad no hay una investigación que esclarezca el tema, en las investigaciones recolectadas las diferencias de velocidad y aceleración en ambas superficies parecen ser similares, sin embargo dichas investigaciones cuantitativas, se ha realizado con test propios del futbol que pueden permitir un margen de error a la hora de ejecutarlas. Por ende se hace necesario estudiar estas variables con un instrumento como lo es el OptoGait, material que posee toda la tecnología adecuada para realizar un estudio que muestre de forma puntual las diferencias entre ambas superficies, y dar a conocer, desde un punto de vista más tecnológico, como se comportan los jugadores con diferentes tipos de superficie.

5.2 Marco institucional:

5.2.1 Universidad Santo Tomas Bucaramanga:

La Universidad Santo Tomas es una universidad católica de carácter privado, guiada y dirigida por el consejo de fundadores y aprobada por el ministerio de educación nacional de Colombia, bajo la ley 30 de 1992 para brindar Programas de educación superior en el país. Está siendo el primer claustro nacional, ha estado operando en el país desde 1580 en la ciudad de

Bogotá, y posteriormente expandiéndose por las principales ciudades de la nación. En el largo recorrido por Colombia, ha sido una institución aclamada por la alta calidad que brinda en sus programas académicos, recurrentemente certificada y aclamada por su excelencia académica, otorgando a la sociedad excelentes profesionales capaces de responder a las necesidades del país. Dicha universidad ha sido reconocida por su identidad de proyección social, bajo el pensamiento humanista cristiano de santo Tomás de Aquino, en la constitución de un ser integro, en el desarrollo de aptitudes académicas, como el compromiso por la por la vida social. En base a sus principios académicos, la universidad es promotora de la construcción de la verdad, ligada con los procesos investigativos en las áreas del saber cómo medio principal para alcanzar la verdad, la ciencia; por lo que es una institución que se preocupa por crear nuevo conocimiento que ayude a mejorar la calidad de vida de la población en general. (Universidad Santo Tomas, 2017).

Participación: Además de ser el alma mater de donde nace esta investigación, la USTA es el motor que ha impulsado esta misma, siendo la que ha brindado los escenarios deportivos para realizar las mediciones, tanto en cancha sintética como en natural; su cuerpo docentes son los que han guiado y acompañado este proceso investigativo. (Nombre del semillero USTA) SIAFS

5.2.2 Universidad de Santander (UDES):

La Universidad de Santander (fundada en el año 1982) es una universidad de carácter privado, ubicada en el departamento de Santander, aprobada por el Ministerio de Educación Nacional, mediante la Resolución No. 6216 del 22 de diciembre del 2005, con Personería Jurídica 810 de 1996; organizada según sus propios estatutos de acuerdo con las disposiciones de la Ley 30 de 1992. Actualmente dirigida por Jaime Restrepo Cuartas, la UDES es una de las universidades más destacadas de Santander, contado con un gran portafolio de programas académicos

profesionales y tecnológicos, con extensión en diversos lugares del país. En base a sus principios institucionales, la universidad de Santander predispone a sus estudiantes a la búsqueda de la verdad, con el fundamento de poner al servicio de la sociedad el desarrollo científico y tecnológico.

Participación: En un trabajo interdisciplinario, en asociación con el semillero Physis perteneciente al programa de fisioterapia UDES. Esta institución facilitó una de las herramientas de evaluación “OptoGait”, el uso de la superficie natural, y análisis de resultados.

5.2.3 Liga Santandereana de Futbol:

La Liga santandereana, es una organización deportiva y social, sin ánimo de lucro, que tiene como objetivo primordial la fomentación del deporte a nivel departamental; esta direccionada al alto rendimiento, es el ente que se encarga de proyectar el reconocimiento del futbol santandereano a nivel nacional trabajando desde las edades tempranas.

Participación: A cargo del profesor Fausto Alarcón Quigua, los deportistas del seleccionado de futbol infantil de Santander fueron la población estudiada durante esta investigación, estos pertenecientes a la categoría fueron los participantes directos de la prueba.

5.3 Marco legal:

La resolución numero 8430 de1993 del ministerio de salud en la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en el área de la salud, nos indica en el capítulo III, artículos 23, 25 y 26 que: se debe obtener un consentimiento informado de quienes ejerzan la patria potestad o la representación legal del menor, igualmente se debe tener la aceptación del menor después de explicarle lo que se pretende hacer; el comité de ética de la entidad deberá velar por el cumplimiento de los requisitos anteriormente planteados.

El riesgo de la investigación en mínimo, eso quiere decir que la intervención presenta para el menor una experiencia razonable y comparable con aquellas inherentes a su actual situación, la intervención o procedimiento deberá tener alta probabilidad de obtener resultados positivos o conocimientos generalizables sobre la condición del menor que sean de gran relevancia para lograr su mejoría.

6. Resultados

En la tabla 1. Se muestra que el 100% de la muestra está compuesta por sujetos de sexo masculino, con un promedio de edad de 12.4 años. En cuanto el lugar de procedencia, el 73,3 % vienen de un contexto urbano, el 95% de ellos pertenecen a los estratos uno, dos y tres; además todos están involucrados en los procesos de educación básica secundaria. Con respecto las variables antropométricas, se muestra una mediana de 1.51 mts para la talla, 46 kg para peso y 19.2 para el IMC. Por otra parte, el 63,1% de los sujetos evaluados tienen pie normal, el 31,5% pie cavo y el 5,2% pie plano. La posición de juego más prevalente es la de medio campo, a la cual pertenece el 36,8 % de los jugadores evaluados, seguido por la línea defensiva con un 31,5%, los delanteros con un 26,3% y un solo guarda meta. Finalmente se observa que tanto para las zapatillas (68,8%) como para los guayos (57,8%) Adidas es la marca más utilizada.

Tabla 1. *Características generales de la población de estudio. n=19*

Variable	N	%	
Género	Femenino	0	0
	Masculino	19	100
Edad	12 años	11	57.8
	13 años	8	42.1
Lugar de Procedencia	Rural	8	26,6
	Urbana	22	73,3
Estrato socioeconómico	Uno	1	5.2
	Dos	3	15.7
	Tres	14	73.6
	Cuatro	1	5.2
Escolaridad	Primaria	0	0
	Secundaria	19	100
Composición corporal	Talla (mts)	1.51	RIC (1.48-1.66)
	Peso (kg)	46	RIC (40-51.3)
	IMC	19.2	RIC (17.4-20.8)
Posición de juego	Arquero	1	5.2
	Defensa	6	31.5
	Mediocampista	7	36.8
	Delantero	5	26.3
Tipo de pie	Pie normal	12	63.1
	Pie plano	1	5.2
	Pie cavo	6	31.5
Tipo de guayo	Nike	5	26.3
	Adidas	11	57.8
	Puma	2	10.5
	Tony	1	5.2
Zapatillas	Nike	3	15.7
	Adidas	13	68.4
	Puma	1	5.2
	Tony	2	10.5

En la tabla 2, se muestra que la velocidad y cadencia de los futbolistas son superiores en superficie artificial, al ser comparada con la desarrollada en grama natural, no obstante estas diferencias no mostraron resultados estadísticamente significativos. La aceleración por su parte es mayor en superficie artificial ($p=0,036$), así como también la fase de vuelo ($p=0.000$). Finalmente, el tiempo de contacto resulta ser mayor en superficie natural al ser comparada con la grama artificial ($p= 0.026$).

Tabla 2. *Variables espaciotemporales del patrón de carrera en superficie natural y artificial*

Variable	Superficie Natural (n=19)		Superficie Artificial (n=19)		P
	Mediana	RIC	Mediana	RIC	
Velocidad (m/s)	4.20	3.74-5.36	4.82	4.64-4.96	0.116
Aceleración (m/s²)	-0.76	-1.50 - 0.79	0.70	-0.08 – 1.26	0.036
Fase de Vuelo (s)	0.05	0.03-0.07	0.09	0.08 – 0.10	0.000
Tiempo contacto (s)	0.02	0.01 – 0.03	0.01	0.01-0.02	0.026
Cadencia (pas/seg)	3.75	3.10 – 5.79	4.18	4.07 – 4.48	0.935

En la tabla 3, se observa que los defensas tienen una menor velocidad (IC 95% -0.03 a 0.03) y aceleración (IC 95% -1.50 a 0.47) que los mediocampista. No obstante, son más rápidos que los delanteros (IC 95% -0.03 a 0.42) y el arquero (IC 95% -0.02 a 0.11).

Tabla 3. *Asociación entre variables espaciotemporales del defensa y las demás posiciones de juego.*

Velocidad	Coefficiente	IC 95%	P
Mediocampista	-0.00	-0.03 a 0.03	0.945
Delantero	0.00	-0.03 a 0.42	0.881
Arquero	0.04	-0.02 a 0.11	0.180
Aceleración	Coefficiente	IC	P
Mediocampista	-0.511	-1.50 a 0.47	0.312
Delantero	-0.064	-1.14 a 1.01	0.906
Arquero	-0.756	-2.68 a 1.16	0.441

IC 95%: Intervalo de Confianza al 95%

7. Discusión de los resultados

En cuanto a cuál superficie es superior, es un tema polémico desde la creación del pavimento artificial, en la actualidad, hay una gran proliferación de superficies artificiales debido a los múltiples beneficios que esta otorga (Avalos, 2017). Sin embargo, siempre se ha optado por

estratificar la superficie natural, debido a temas de tradicionalidad haciendo alusión a que el juego se desenvuelve mucho mejor. (Gallardo, Felipe, Burillo, & Gallardo, 2010)

En cuanto a las variables antropométricas, (Correa, 2008) encontró que los futbolistas, de diferentes escuelas de la ciudad de Bogotá, entre los 12 y 13 años tenían una media de talla, peso e IMC de 1,49 m, 39,14 kg y 17,76 kg/m² respectivamente, cifras que fueron más bajas que las encontradas en este estudio, donde se obtuvo una media de 1,51 m en la talla, 46 kg en el peso y 19,2 en el IMC. Quizás las variaciones entre ambos estudios, puede tener origen en el enfoque del entrenamiento, ya que la investigación realizada en Bogotá, se basó en escuelas de carácter formativo, y la población de este estudio está enfocada hacia el rendimiento.

La talla que sugiere la OMS, para estas edades es de 1,52 m, cifra que se aproxima con las encontradas en esta investigación, a diferencia del IMC (17,85) que sugiere esta misma institución, la cual plantea valores inferiores a los encontrados en los futbolistas estudiados. Sin embargo es importante destacar, que estos valores son basados en población en general, y no enfoca en futbolistas infantiles. (OMS, 2017)

Los hallazgos de velocidad encontrados en este estudio aunque no muestran diferencias estadísticamente significativas, presentan coincidencias con los obtenidos en otras investigaciones (Choi, Raymond, & Elean, 2015), (Gain, wedenhjelm, Mayhew, & Houser, 2010), (Diez & Burillo, 2012), donde las velocidades son superiores al ser desarrolladas en superficie artificial. Lo anterior es argumentado por (Nédélec, y otros, 2012) quien refiere que este tipo de superficie presenta mejores condiciones para realizar carreras de velocidad debido a mayor fricción y absorción de impacto. En otro estudio (Jastrzębski, Bichowska, Rompa, Radzimiński, & Dargiewicz, 2014), afirman que no hay diferencias entre ambos tipos de

superficies en cuanto a velocidad, siempre y cuando el pasto natural se encuentre en un estado óptimo.

Es importante aclarar, que en esta investigación no se habla de la velocidad máxima, ya que la distancia del recorrido (5mts) no da brecha para realizar un sprint máximo. Según (Denny, 2008) el hombre puede alcanzar su velocidad máxima en los 10 mts, por otra parte, (Blazevich, 2011) afirma que el ser humano tarda unos 5 segundos en alcanzar su máxima velocidad, y esta dos características no se cumplen en el análisis de este estudio.

En cuanto a la aceleración, (Gaudino, Gaudino, Alberti, & Minetti, 2013) en su investigación plantea no haber diferencias relevante entre ambas superficies, cifra que difiere con los resultados encontrados en este estudio, ya que la aceleración demuestra ser superior en superficie artificial, con resultados estadísticamente significativos ($p=0,036$). Quizás la medición con un instrumento innovador como lo es el OPTOGAIT puede arrojar datos más verosímiles en comparación de ortodoxas pruebas de campo.

Otras variables estudiadas, son el tiempo de contacto, que demuestra ser mayor en la grama natural ($p= 0.026$), y la fase de vuelo con un tiempo mayor en la grama artificial ($p=0.000$). En este punto (Concejero, y otros, 2014) refieren que los tiempos de contacto más cortos y fase de vuelo más largas, se asocian a un mejor rendimiento deportivo, por lo que se puede llegar a pensar en la posibilidad de que el pavimento sintético pueda presentar mejores condiciones para el desarrollo de las variables espacio temporales.

En su libro (Luna, 2005) plantea que las velocidades más altas en corredores se relacionan con una fase de vuelo más larga y un tiempo de contacto más corto, afirmación que es coherente con los resultados encontrados en nuestro estudio; la velocidad en la grama artificial fue de 4,82 m/s y en la grama natural fue de 4,20 m/s, la fase de vuelo y el tiempo de contacto en la grama

artificial fue de 0,09 s y 0,01 s respectivamente, mientras que en la superficie natural fue de 0,05 s la fase de vuelo y 0,02 s el tiempo de contacto.

Al suponer que el escenario artificial presenta mejores condiciones para el desenvolvimiento de las variables espacio temporales, es lógico pensar que se puede proyectar una mejor economía del movimiento en el pavimento artificial que en el natural, no obstante, esto no concuerda con lo aseverado por (Avalos, 2017), quien en su investigación *Efectos del césped sintético y natural sobre el rendimiento físico* no encuentra diferencias significativas en la comparación del gasto energético entre ambas superficies.

Explorando los resultados entre las variables espaciotemporales de la velocidad y la aceleración con la asociación de la posición del futbolista, podemos encontrar, que los defensas son más veloces que el arquero (IC 95% -0.02 a 0.11), y los delanteros (IC 95% -0.03 a 0.42). Y son superados únicamente por los mediocampistas. Resultados que coinciden con los emitidos por (Rabada, 2017), quien evaluó específicamente la velocidad de futbolistas juveniles españoles, demostrando que la posición más veloz es la de los mediocampistas, seguida en su orden por la de los defensas, delanteros y arquero. Otro estudio el de (García, Ruiz, & Latorre, 2015) mostró que la velocidad en 5 metros fue superior en los defensas, al ser comparada con las demás posiciones de juego, sin embargo estos resultados no fueron estadísticamente significativos. Otro estudio, desarrollado por (Búa, Vanina, & García, 2013) muestra que los defensas y delanteros tuvieron mejor desempeño en cuanto a velocidad en superficie natural. A pesar de lo anterior, es importante resaltar la heterogeneidad de los test y los instrumentos de medición utilizados, así como la dificultad de estandarizar las superficies en que se llevó a cabo cada medición.

Es importante precisar que determinar las variables de rendimiento en la población infantil, puede no ser tan importante, ya que son edades en las cuales los futbolistas están bajo un carácter formativo y no hay una especialización profunda en el trabajo de cada posición. No obstante, también es relevante referir que el equipo que se evaluó es competitivo, y que este aspecto puede tener una mayor relevancia para el cuerpo técnico del SIFS (Malina & Bouchard, 1991) (Seabra, Maia, & Garganta, 2001)

Finalmente, es importante aclarar que a pesar de obtener mejores resultados en las variables espaciotemporales desarrolladas en suelo artificial, existieron variables que no pudieron ser controladas como la estandarización de la superficie “homogeneidad de la zonas de raíces, zona de arena y la densidad de la grama”, además de la dificultada para estandarizar y homogeneizar el tipo de botín. Todo lo anterior pueden ser factores determinantes que influyen en el rendimiento del futbolista y deben ser tenidos en cuenta para estudios posteriores.

8. Bibliografía

- Abián, V. J., Coso, G. J., Gonzáles, m. C., & Salinero, M. J. (2011). *La Biomecánica y la tecnología aplicadas al calzado deportivo*. Madrid: Universidad Camilo José Cela.
- Anderson H., Ekblom B. & Krstrup P. (2008). Elite football on artificial turf versus natural grass: Movement patterns, technical standards, and player impressions. *Journal of Sports Sciences*, January 15th; 26(2): p. 113 – 122
- Angeles, M., & Duran, C. (2008). Lesiones musculares en el mundo del deporte. *Revista De Ciencias Del Deporte*, 13-19.
- Avalos, J. (09 de 05 de 2017). *Efectos del césped sintético y natural sobre el rendimiento físico y técnico en jugadores profesionales de fútbol*. Obtenido de UNIVERSIDAD NACIONAL DE COSTA RICA: <http://repositorio.una.ac.cr/handle/11056/13654>
- Bahr, R., & Maehlum, S. (2004). *Lesiones Deportivas: Diagnostico, Tratamiento y rehabilitacion*. Madrid: EDITORIAL MEDICINA PANAMERICANA.
- Berdejo-del-Fresno, D., Lara Sánchez, A., Martínez-López, E., Cachón Zagalaz, J., & Lara Diéguez, S. (2013). ALTERACIONES DE LA HUELLA PLANTAR EN FUNCIÓN DE LA ACTIVIDAD FÍSICA REALIZADA. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*.
- Blatter, J. (16 de Marzo de 2007). Blatter asegura que el futuro del futbol está en la hierba artificial. (MedioTiempo, Entrevistador)
- Blazevich, A. (2011). *BIOMECANICA DEPORTIVA*. Boldalona: Paidotribo.

- Búa, N., Vanina, A., & Garcia, G. (2013). Perfil funcional y morfológico en jugadores de fútbol amateur de Mendoza, Argentina. *Apunts Med Esport*, 89 - 96.
- Calleja, J., Mejuto, G., Casamichana, D., Roman, J., & Yanci, J. (2015). Reproducibilidad de test de aceleración y cambio de dirección en fútbol. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 105-113.
- Choi, S., Raymond, K., & Elean, F. (2015). Comparison between Natural Turf and Artificial Turf on Agility Performance of Rugby Union Players. *Advances in Physical Education*, 273-281.
- Choi S., Sum K., & Leung F. (2015) . Comparison between Natural Turf and Artificial Turf on Agility Performance of Rugby Union Players. *Advances in Physical Education*, 5, 273-281.
- Concejero, J., Tam, N., Granados, C., Irazusta, J., Bidaurrezaga-Letona, I., Zabala-Lili, J., & Gil, S. (2014). Stride angle as a novel indicator of running economy in well-trained runners. *J Strength Cond Res*, 1889-95.
- Correa, J. E. (2008). determinación del perfil antropométrico y cualidades físicas de niños futbolistas de Bogotá. *Revista de ciencias de la salud universidad del Rosario*, 74-84.
- Denny, M. (2008). Limits to running speed in dogs, horses and humans. *Journal of Experimental Biology*, 3836-3849.
- Diez, O., & Burillo, P. (2012). INFLUENCIA DE LA SUPERFICIE DE JUEGO EN EL RENDIMIENTO DE FUTBOLISTAS AMATEURS: HIERBA%NATURAL, CÉSPED ARTIFICIAL Y TIERRA. *AGON International Journal of Sport Sciences*, 106-114.

Felipe, J. L., Gallardo, L., Burillo, P., & Gallardo, A. (2013). A Qualitative Vision Artificial Turf Football Fields: Elite Players and Coaches. *South African Journal for Research in Sport, Physical Education and Recreation*, 35, 105-120.

Felipe, J., Burillo, P., Fernandez, A., & Garcia, J. (2016). ¿Es viable el fútbol de élite sobre césped artificial? El caso FIFA Women World Cup™. *Revista de Psicología del Deporte*, 81-84.

FIFA. (2016). Recuperado el 23 de Abril de 2016, de FIFA.com: <http://quality.fifa.com/es>

Gain, G., wedenhjelm, A., Mayhew, J., & Houser, J. (2010). Comparison of speed and agility performance of college football players on field turf and natural grass. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 2613-7.

Gallardo, A. M., Felipe, J. L., Burillo, P., & Gallardo, L. (Junio de 2010). Satisfacción de entrenadores y deportistas con los campos de fútbol de césped natural y artificial. *deporte ccd*, V(15).

García, C., & Manuel, J. (2007). biomecánica del equipamiento deportivo. Componentes y criterios de selección para la elección de las botas (botines) de fútbol. . *Lecturas: Educación física y deportes*, 105.

García, F., Ruiz, A., & Latorre, P. (2015). Influencia del puesto específico en la potencia y agilidad de jóvenes futbolistas. *RETOS. Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 58-61.

García, M. (1998). *La velocidad: La mejora del rendimiento en los deportes de velocidad*. Gymnos.

- Gaudino, P., Gaudino, C., Alberti, G., & Minetti, A. (2013). Biomechanics and predicted energetics of sprinting on sand: Hints for soccer training. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 271-275.
- Hegedüs, J. (Abril de 1997). *Lecturas: Educación Física y Deportes*. Recuperado el 09 de Noviembre de 2016, de efdeportes.com: [http://www.efdeportes.com/efd4/jdh41.htm#\[sigue\]](http://www.efdeportes.com/efd4/jdh41.htm#[sigue])
- Hoff, J., & Helgerud, J. (2004). Endurance and strength training for soccer players - physiological considerations. *Sports Medicine*, 302-311.
- Hornillos Baz, I. (2010). LA CAPACIDAD ACELERATIVA EN EL DEPORTE. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 12-14.
- Jastrzębski, Z., Bichowska, M., Rompa, P., Radziński, L., & Dargiewicz, R. (2014). INFLUENCE OF DIFFERENT TYPES OF SURFACES ON THE RESULTS OF RUNNING SPEED TESTS IN YOUNG SOCCER PLAYERS. *Central European Journal of Sport Sciences and Medicine*, 5-14.
- Luhtanen, P. (2004). Aspectos Biomecánicos del Rendimiento en el Fútbol. *journal PubliCE Standard*.
- Luna, P. V. (2005). *Biomecánica de la marcha humana y patología*. Valencia : IMPIVA.
- Malina, R., & Bouchard, C. (1991). *Growth, maturation and physical activity*. Champaign: Human Kinetics.

Martín, J. A. (2013). *PROPUESTA DE UN PROTOCOLO DE PRUEBAS DE EVALUACIÓN CINÉTICA DEL MIEMBRO INFERIOR*. Madrid: UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID.

Nédélec, M., McCall, A., Carling, C., Le Gall, F., Berthoin, S., & Dupont, G. (2012). Physical performance and subjective ratings after a soccer-specific exercise simulation: comparison of natural grass versus artificial turf. *J Sports Sci*.

OMS. (20 de Mayo de 2017). Obtenido de Organización Mundial de la Salud: http://www.who.int/childgrowth/standards/peso_para_edad/es/

OptoGait. (28 de 03 de 2017). Obtenido de Microgate: <http://www.optogait.com/Que-es-OptoGait>

Párraga, A., & Sánchez, A. (2002). ESTUDIO COMPARATIVO SOBRE LOS COSTES DE MANTENIMIENTO Y RENTABILIDAD ECONÓMICA, SOCIAL Y DEPORTIVA ENTRE CAMPOS DE FÚTBOL CON PAVIMENTOS DE CÉSPED NATURAL Y ARTIFICIAL EN EL ÁMBITO UNIVERSITARIO. *REVISTA MOTRICIDAD*, 21-46.

Rabada, I. (14 de mayo de 2017). *efdeportes.com*. Obtenido de Influencia del entrenamiento en la relación entre las capacidades condicionales de futbolistas juveniles y su ubicación en el terreno de juego: <http://www.efdeportes.com/efd108/capacidades-condicionales-de-futbolistas-juveniles.htm>

Reina Gómez, A., & Hernández Mendo, A. (2012). REVISIÓN DE INDICADORES DE RENDIMIENTO EN FÚTBOL. *Revista Iboamericana de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 1-14.

Rivas Borbón, M., & Sánchez Alvarado, E. (2013). FÚTBOL. ENTRENAMIENTO ACTUAL DE LA CONDICIÓN FÍSICA DEL FUTBOLISTA. *MHSalud*, 86-113.

Seabra, A., Maia, J., & Garganta, R. (2001). Crescimento, maturação, aptidão física, força explosiva e habilidades motoras específicas. Estudo em jovens futebolistas e não futebolistas do sexo masculino dos 12 aos 16 anos de idade. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, 22-35.

Svensson, M., & Drust, B. (2005). Testing soccer players. *Journal of Sports Science*, 601-618.

Universidad Santo Tomas. (29 de 03 de 2017). Obtenido de Ustabuca.edu:
<http://www.ustabuca.edu.co/ustabmanga/la-universidad>

Vicen, j., Garrigos, J., Gonzales, C., & Salinero, J. (2013). *LA BIOMECÁNICA Y LA TECNOLOGÍA APLICADAS AL CALZADO DEPORTIVO*. Madrid: Universidad Camilo Jose Cela.

Williams, J., Akogyrem, E., & Williams, J. (2013). A Meta-Analysis of Soccer Injuries on Artificial Turf and Natural Grass. *Journal of Sports Medicine*, 6.