



**Universidad**  
Zaragoza



---

# Trabajo Fin de Grado.

---

**Análisis biomecánico y comparativo de movimientos de Ultimate frisbee en diferentes superficies: césped y playa**

Autor/es

ANDRÉS SOLANA SANCHO. 775793.

Tutor/es

Carlos Galé Ansodi

Luis García González



Facultad de Ciencias de la Salud y del Deporte

UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA.

4º CCAFD.

# ÍNDICE

Resumen.....	3
Abstract.....	4
Marco Teórico.....	5
Deportes Alternativos.....	5
Definición de deportes alternativos.....	5
Objetivo y Características de los deportes alternativos.....	5
Ultimate Frisbee.....	8
Gestos técnicos de Ultimate Frisbee.....	11
Gestos técnicos de deportes convencionales.....	13
Justificación del estudio.....	15
Objetivos.....	16
Objetivo general.....	16
Objetivo específico.....	16
Metodología.....	17
Participantes.....	17
Materiales.....	18
Instrumento de grabación.....	18
Programa informático de análisis.....	18
Variables de medida.....	19
Procedimiento.....	20
Resultados.....	23
Análisis de los datos.....	27
Análisis carrera.....	27
Análisis Lanzamientos.....	29
Análisis Saltos.....	31
Discusión.....	34
Limitaciones.....	36
Conclusiones.....	37
Conclusions.....	38
Bibliografía.....	39
Anexos.....	42

## Resumen

El objetivo del presente Trabajo Fin de Grado (TFG) es hacer una comparativa biomecánica de los gestos técnicos (saltos, carreras y lanzamientos), entre dos superficies en las que se compite Ultimate Frisbee, playa y césped. Se ha analizado a dos participantes del club Zierzo Ultimate Frisbee. Se busca identificar diferencias en las variables objetivas de velocidad, inclinación y ángulos de diferentes articulaciones. Para ello se lleva a cabo una serie de grabaciones de cada gesto técnico en cada una de las superficies. Posteriormente se analizan las grabaciones en la aplicación software Kinovea y se recogen en tablas Excel para hacer comparaciones. Los resultados obtenidos indican diferencias biomecánicas en función de la superficie de juego lo que debería reflejarse en entrenamientos diferenciados en función de la superficie en la que se vaya a competir.

Palabras clave: Flick y backhand, saltos, carreras, ángulos e inclinación

## Abstract

The objective of this Final Degree Project (TFG) is to conduct a biomechanical comparison of the technical movements (jumps, runs, and throws) between two surfaces on which Ultimate Frisbee is played: beach and grass. Two participants from the Zierzo Ultimate Frisbee club were analyzed. The aim is to identify differences in the objective variables of speed, tilt, and joint angles. To achieve this, a series of recordings of each technical movement on each surface were made. The recordings were then analyzed using the Kinovea software and compiled into Excel tables for comparison. The results obtained indicate biomechanical differences depending on the playing surface, which should be reflected in training that is adapted according to the surface on which competition will take place.

Keywords: Flick and backhand, jumps, runs, angles, and tilt.

## Marco Teórico

### Deportes Alternativos.

#### Definición de deportes alternativos

Los deportes alternativos no tienen una definición Universal, aunque algunos autores lo definen como:

- Barbero (2000) sostiene que los deportes alternativos se distinguen de los tradicionales por el uso de materiales que originalmente no estaban destinados al deporte, o que, si lo estaban, ahora se emplean de manera distinta a su uso inicial.
- Ortí (2004) señala que los deportes alternativos combinan modificaciones de deportes convencionales con actividades que antes eran conocidas como juegos populares.
- Hernández (2007) describe estos deportes como un conjunto que se distingue de los modelos tradicionales, con el propósito de incrementar la participación y fomentar valores sociales, mediante ajustes en las reglas y el empleo de materiales innovadores.

#### Objetivo y Características de los deportes alternativos

Las características de los deportes alternativos mencionadas por varios escritores en el artículo “Deportes alternativos en el ámbito educativo” de Sebastián Fierro Suero, et al. (2016) son las siguientes:

- Material novedoso
- Flexibilidad de las reglas
- Enfoque recreativo
- Desarrollo de valores

Según la descripción de Barber (2000), se entiende por deportes alternativos aquellos que hacen uso de elementos inusuales cuya función original no estaba relacionada a la actividad físico-deportiva o que son utilizados de manera diferente a su diseño inicial.

Desarrollo ético y valores morales en los deportes son fomentados a través del trabajo conjunto y el respeto, según lo indicado por Hernández (2007), diferenciándolos claramente del ambiente altamente competitivo que prevalece en las disciplinas deportivas convencionales.

Hernández (2007) señala también que los deportes alternativos pueden ajustar las reglas según las necesidades de los participantes para fomentar la inclusión.

En el enfoque recreativo según Fierro et al. (2016), señala que estos deportes se originaron en un principio con la intención de ser recreativos y divertidos en búsqueda de nuevas y entretenidas situaciones.

Los objetivos de los deportes alternativos en el ámbito educativo, según los autores Arráez (1995), Robles (2009), Jiménez (2010) y Fernández (2010), son los siguientes:

1. Presentar Situaciones Motrices Nuevas: Proporcionar experiencias motrices que sean motivadoras y lúdicas, contribuyendo a una educación escolar óptima y priorizando el aspecto recreativo sobre el competitivo.

2. Fomento de la Igualdad de Oportunidades: Utilizar los juegos y deportes alternativos para aumentar la motivación de los grupos de alumnos menos participativos y promover la igualdad de oportunidades.
3. Desarrollo de Valores: Fomentar valores como el compañerismo, el respeto, la cooperación y la igualdad a través de la práctica de nuevas actividades motrices.
4. Introducción de Materiales No Específicos: Emplear materiales no convencionales en el aula para explorar nuevas posibilidades de uso y actividades que no requieran instalaciones tradicionales.
5. Iniciación a Deportes Convencionales: Usar los juegos alternativos como un método de introducción a deportes convencionales que presentan una mayor complejidad.
6. Mejora de Habilidades Motrices: Mejorar las habilidades motrices de los alumnos mediante la práctica de estas nuevas actividades.

### Las Cualidades de los deportes alternativos

Diversidad de opciones disponibles en cuanto a juegos y deportes alternativos: Según Ortí (2004), así como Ruíz (1996), se plantean diferentes alternativas que abarcan desde la adaptación de deportes tradicionales hasta la práctica de actividades lúdicas populares. Esta variedad refleja la amplitud de modalidades existentes.

Estas cualidades resaltan la relevancia de los deportes no convencionales en el entorno educativo al fomentar una atmósfera más inclusiva y participativa según distintos escritores.

Otras cualidades de los deportes alternativos, según Robles, Abad, Castillo, Giménez y Robles (2013), incluyen:

- Inclusividad
- Creatividad y Adaptabilidad
- Enfoque en el Aprendizaje Lúdico
- Desarrollo de Habilidades Sociales
- Diversidad de Actividades
- Promoción de la Salud y el Bienestar

### **Ultimate Frisbee**

El Ultimate Frisbee se originó en Estados Unidos en los años 60, como un deporte de equipo dinámico, en el que se diferencia de los convencionales ya que no hay contacto, es autoarbitrado y tiene una gran importancia el “Espíritu de Juego” (SOTG)(Spirit Of The Game). Al no haber árbitro, los jugadores deben ser responsables de aplicar las normas y resolver las “llamadas” de forma respetuosa y justa. Como defiende de Davis, A. A., & Carpenter, S. (2015), en su artículo titulado

Combina elementos de diferentes deportes como el fútbol, baloncesto, tenis, etc. Pero lo que le diferencia del resto es la diferencia de comunicación que existe en este deporte.

El Ultimate Frisbee resalta por su ambiente inclusivo y por ser uno de los pocos deportes que se juega de forma mixta. (Amoroso, 2021)

### **Normas básicas del Ultimate Frisbee**

Las normas básicas según Ultimate Players Association. (2021) son las siguientes:

- Objetivo: Anotar puntos lanzando el disco a un compañero en la zona de anotación del equipo contrario.
- Equipos: Dos equipos de 7 jugadores cada uno en césped y 5 en cada en playa.
- Inicio del Juego: Comienza con un lanzamiento desde la línea de gol (pull).
- Movimientos: Los jugadores no pueden caminar con el disco; deben pasar el disco dentro de un tiempo límite (10 segundos).
- Defensa y Posesión: El disco cambia de posesión si no se pasa a tiempo o si se comete una infracción.
- Puntuación: Se anota un punto al recibir el disco en la zona de anotación rival. Gana el equipo con más puntos al final del tiempo o al alcanzar un número objetivo de puntos.
- Conducta: Basado en el auto-arbitraje y el fair play, con faltas resueltas por los jugadores.

El Ultimate Frisbee posee diversas características según estudios científicos, que destacan aspectos tanto físicos como sociales:

- Autorregulación y Espíritu del Juego (SOTG): A diferencia de otros deportes, el Ultimate no cuenta con árbitros, lo que exige que los jugadores resuelvan conflictos y apliquen las reglas mediante la comunicación y el respeto mutuo. Esto fomenta la ética deportiva y el respeto entre los participantes, haciendo del "Espíritu del Juego" uno de los pilares fundamentales del deporte (Amoroso, 2021)
- Desarrollo físico y técnico: El Ultimate Frisbee combina habilidades físicas como velocidad, agilidad, resistencia y coordinación. Se juega en un

campo grande y requiere una excelente condición física para los sprints repetidos y cambios rápidos de dirección. Los estudios han analizado los perfiles físicos de los jugadores, demostrando que el deporte mejora significativamente el rendimiento cardiovascular y la fuerza (Leyva et al., 2017).

- Inclusión de género y cooperación: El Ultimate es conocido por su ambiente inclusivo, con equipos mixtos en los que participan tanto hombres como mujeres, promoviendo una participación equitativa. Esta característica no solo fomenta la cooperación, sino que también contribuye a la cohesión social entre los jugadores (Amoroso, 2021)
- Juego sin contacto: Al ser un deporte sin contacto físico directo, se reduce el riesgo de lesiones graves comparado con otros deportes de equipo. Este enfoque también refuerza la importancia del control personal y el juego limpio (Sotiropoulos et al., 2020).
- Impacto social y educativo: El Ultimate ha sido valorado en contextos educativos debido a su capacidad para promover valores como el respeto, la cooperación y la resolución pacífica de conflictos. Además, se ha observado que ayuda a mejorar las relaciones interpersonales dentro de los equipos, fortaleciendo el trabajo en equipo y las habilidades sociales (Amoroso, 2021; Gabbett, 2012).

Estas características hacen del Ultimate Frisbee una actividad deportiva que no solo promueve la aptitud física, sino también el desarrollo social y ético de sus jugadores.

## Gestos técnicos de Ultimate Frisbee.

Los principales gestos técnicos en Ultimate Frisbee han sido objeto de análisis en diversos estudios científicos, ya que son esenciales para el rendimiento y la eficiencia en el juego. A continuación, se describen los más relevantes: según Smith, J. (2019).

### 1. Lanzamientos:

- **Backhand:** Es el lanzamiento más básico y utilizado. Implica sujetar el disco con los dedos debajo y el pulgar encima, lanzándolo con un movimiento hacia un lado del cuerpo.
- **Flick:** Un lanzamiento avanzado que utiliza una técnica de golpeo con la muñeca para generar mayor velocidad y precisión. Es crucial para los pases rápidos en situaciones de juego más complejas.

Los estudios han destacado la importancia del control del disco y la precisión de estos lanzamientos para el éxito en el juego, especialmente en condiciones de viento o durante pases largos (Sotiropoulos et al., 2020).

### 2. Carrera

- **Corte:** Es el movimiento que realizan los jugadores para desmarcarse de los defensores. Implica cambios rápidos de dirección y velocidad. Los cortes pueden ser en "forma de L" o "en diagonal", dependiendo de la estrategia.

Estudios biomecánicos han mostrado que los movimientos explosivos y los cortes eficientes son cruciales para crear oportunidades de pase y mantener la fluidez en el juego (Leyva et al., 2017).

Según un estudio que hizo Krustup P, et al. (2015) en el que se analizaron partidos de ultimate frisbee vieron que las carreras a máxima intensidad se realizaban en torno a los 13 metros de distancia.

### 3. Salto

- El salto en Ultimate Frisbee es un gesto técnico crucial, especialmente en situaciones ofensivas y defensivas donde el jugador necesita atrapar el disco por encima de los rivales. Es una habilidad utilizada tanto en la recepción como en la intercepción de pases. Aquí se destacan sus características según estudios científicos:

Recepción en salto: Este gesto se utiliza para atrapar discos que vienen en trayectorias altas o en momentos donde el jugador debe superar a un defensor. Implica una coordinación óptima de la fuerza de las piernas, el tiempo del salto y la posición de las manos para lograr una recepción efectiva. El uso del salto aumenta la probabilidad de alcanzar el disco en el punto más alto de su vuelo, algo crítico en jugadas de gran presión o en pases largos (amoroso, 2021)

Basado en estudios sobre las demandas físicas del Ultimate Frisbee en general, como el de *Waldron & Highton (2014)*, los jugadores realizan acciones de alta intensidad, incluidos sprints y saltos, cada 30-60 segundos. Aunque este dato no se enfoca exclusivamente en los saltos, sugiere que los saltos altos en Ultimate

Frisbee playa podrían producirse con frecuencia similar, dependiendo de la situación del juego y las posiciones en el campo.

Por lo tanto, se estima que los saltos altos en Ultimate Frisbee en playa pueden ocurrir aproximadamente cada 1-2 minutos, dependiendo de la dinámica del partido.

### **Gestos técnicos de deportes convencionales.**

Dado que no hay estudios científicos específicos sobre los gestos técnicos del Ultimate Frisbee, se han comparado con movimientos técnicos de otros deportes. En esta sección, se abordarán los gestos técnicos de deportes convencionales, como el fútbol o el voleibol, en relación con los movimientos propios del Ultimate Frisbee.

Técnica de carrera: según A. J. R. Johnson, M. L. Brown en su artículo deducen que la técnica de carrera en arena tiene una mayor inestabilidad por lo que el grado de inclinación es mayor, respecto al eje vertical, que en la técnica de carrera en césped.

Lanzamientos: Según este estudio de tenis, S. K. Lee, J. H. Kim, & Y. C. Chung. (2018). defiende que en el golpeo de derecha (flick) y el revés (backhand), la fuerza se genera a través de la rotación del tronco, la transferencia de peso desde las piernas hacia el tronco y el brazo, y el uso de una técnica precisa. Mientras que en este estudio de M. S. A. Wong & C. K. B. Cheung. (2020). Concluyen que en los lanzamientos de flick y backhand, la fuerza también se genera a partir de la rotación del tronco y la muñeca, y la transferencia de peso desde el cuerpo hacia el disco. La técnica precisa en la liberación del disco es crucial para obtener velocidad y dirección. Por lo que podemos decir que hay una

cierta similitud en cuanto a ambos deportes.

#### Saltos:

Los estudios científicos que analizan el fútbol playa sugieren que los saltos de alta intensidad son menos frecuentes que los sprints y otros movimientos explosivos, debido a las características del terreno y las demandas físicas del juego. Sin embargo, un estudio de Castellano, et al. (2020) encontró que los saltos altos en fútbol playa se producen aproximadamente cada 2 a 3 minutos en promedio, dependiendo de la posición del jugador y la fase del juego (ataque o defensa). Estos saltos suelen estar relacionados con situaciones como despejes defensivos o intentos de remate en jugadas aéreas.

Según Giatsis, G., & Kollias, I. (2003) en el estudio, se pudo observar que había una mayor flexión de rodilla y cadera en los saltos en la superficie de arena frente a la de terrenos interiores.

## Justificación del estudio.

La situación actual del Ultimate Frisbee en España involucra competencias en dos superficies distintas a lo largo de la temporada: césped y playa. De septiembre a diciembre se juega en playa, mientras que de enero a julio en césped. A pesar de esto, muchos equipos entrenan únicamente en una superficie pero compiten en ambas.

Diversos estudios respaldan la existencia de diferencias biomecánicas entre estas superficies. Según Lejeune et al. (1998), al correr en arena, los atletas tienden a inclinar el tronco hacia adelante para mejorar su equilibrio y estabilidad debido a la inestabilidad de la superficie, lo que exige un mayor esfuerzo. Esta inclinación ayuda a optimizar la aplicación de fuerza sobre el terreno. Por otro lado, en superficies más duras como el césped, los corredores pueden mantener una postura más recta, lo que facilita una zancada más eficiente y un mejor uso de la energía muscular. Correr en arena requiere adaptaciones, como una mayor flexión de las rodillas y la inclinación del tronco, para superar la resistencia de la superficie.

De manera similar, Giatsis & Kollias (2003) encontraron que, al saltar en arena, los atletas mostraron una mayor flexión en las rodillas y caderas debido a la inestabilidad del terreno, lo que requiere un mayor esfuerzo muscular para mantener el equilibrio y generar impulso. En comparación, los saltos en superficies firmes permiten una menor flexión articular, gracias a la mayor estabilidad.

## Objetivos

### Objetivo general

El objetivo del presente estudio es hacer una comparativa biomecánica de los gestos técnicos (saltos, carreras y lanzamientos), entre dos superficies en las que se compite Ultimate Frisbee, playa y césped.

### Objetivo específico

- 1) Explorar si existen similitudes o diferencias en la inclinación del cuerpo durante la carrera, comparando cómo los jugadores corren en césped y en playa. Se analizará si la superficie afecta la postura, la estabilidad y el control del movimiento.
- 2) Observar cómo varía la flexión de las rodillas y las caderas al saltar en distintas superficies, como el césped y la arena. Se analizará cómo las características del terreno influyen en la preparación, el despegue y el aterrizaje del salto.
- 3) Comparar las diferencias en la distancia y precisión de los lanzamientos flick y backhand en césped y playa. Esto incluirá estudiar cómo la superficie afecta la fuerza y el control de los lanzamientos en cada entorno.

## Metodología

### Participantes

La muestra del presente estudio estuvo formado por dos participantes, integrantes del equipo Zierzo Ultimate Frisbee. Club de Zaragoza

Los criterios de inclusión fueron: (a) por su gran trayectoria dentro del club y en las diferentes selecciones en las que participaron, quienes destacan por sus logros deportivos, (b) adultos mayores de edad.

Los criterios de exclusión fueron: (a) no firmar el consentimiento informado.

Ambos han competido en campeonatos mundiales y europeos, tanto a nivel de clubes como con la selección española.

Sujeto 1: género masculino, 8 años jugando a este deporte, sus principales logros deportivos han sido participación con la selección sub24 española en el mundial de Heidelberg, modalidad césped. Y mundial de clubes, con el equipo de Lisboa, en Portimao.

Sujeto 2: género femenino, lleva 7 años jugando y sus principales logros deportivos han sido: 12<sup>a</sup> posición con la selección española en el europeo, en Limerick, y 3<sup>a</sup> posición en los mundiales de playa que se llevaron a cabo en Los Ángeles (EEUU). Además de participaciones en europeos de clubes, quedando en 5<sup>a</sup> posición.

Antes de iniciar el estudio, cada participante firmó un consentimiento informado para asegurar la protección de sus derechos, y se presentaron todos los documentos correspondientes al CEICA.

## Materiales

### Instrumento de grabación

En cuanto a la captura de las imágenes, se empleó un iPhone 13 debido a la alta calidad de su cámara, que permite obtener grabaciones nítidas y detalladas.

Según (Apple, 2021) La Cámara Principal (Trasera) tiene estas características:

- Resolución: 12 MP (megapíxeles)
- Apertura:
  - Gran Angular: f/1.6
  - Ultra Gran Angular: f/2.4
- Tamaño del Sensor:
  - Gran Angular: Sensor más grande con mejoras en la captación de luz.
  - Ultra Gran Angular: Campo de visión más amplio pero con un sensor más pequeño en comparación con el gran angular.

### Programa informático de análisis

Para el posterior análisis de los vídeos obtenidos, se utilizó el software Kinovea,

Programa: Kinovea

Datos: Análisis de video, biomecánica, análisis técnico

Información Técnica:

- Versión: La versión actual 0.9.6.
- Especificaciones: Incluye herramientas para el análisis de movimiento, mediciones, comparaciones de video, y funciones de anotación. Es compatible con múltiples formatos de video y ofrece herramientas de análisis en tiempo real.

Una herramienta ampliamente reconocida en el ámbito deportivo por su capacidad para analizar movimientos de forma precisa, facilitando la observación detallada y la evaluación técnica de los participantes.

De acuerdo con Nor Muaza Nor Adnan et al. (2018), Kinovea permite llevar a cabo diversas funciones. En este caso, hemos utilizado varias de ellas, como el análisis del movimiento, la medición de ángulos y distancias, el análisis de las fases de movimiento y la exportación de datos.

### Variables de medida

En este estudio biomecánico enfocado en analizar gestos técnicos como correr, saltar y lanzamiento del frisbee en diferentes superficies, es crucial seleccionar variables de medida que permitan identificar y cuantificar las diferencias en el comportamiento del cuerpo. Estas variables proporcionan información detallada sobre la cinemática y la dinámica del movimiento. En este contexto, el análisis comparativo entre superficies como césped y arena resulta esencial para comprender las adaptaciones biomecánicas que ocurren en cada caso, lo que puede influir tanto en el rendimiento deportivo como en la prevención de lesiones.

Las siguientes variables que se analizarán en este estudio son:

- Velocidad: Se medirá la velocidad lineal durante la carrera.
- Ángulos articulares: Se evaluarán los ángulos de la cadera y la rodilla, en la fase de apoyo.
- Longitud de zancada: Se medirá la distancia entre los puntos de contacto sucesivos de los pies durante la carrera.

Para poder analizar estas variables fue necesario utilizar cintas para marcar las articulaciones clave involucradas en el análisis, las cuales, según Nor Muaza Nor Adnan et al. (2018), son las siguientes:

- Hombros: para evaluar el movimiento de los brazos y la postura general.

- Caderas: para observar la alineación y el movimiento de la parte inferior del cuerpo.
- Rodillas: esenciales para medir el ángulo de flexión en actividades como saltos o carreras.
- Tobillos: para analizar la estabilidad y el movimiento del pie durante la actividad.
- Muñeca: utilizada para medir la distancia al suelo.

Esto permitió que, al revisar los vídeos, se pudiera mantener una referencia constante en todos los análisis. Además, los participantes debían usar ropa ajustada, conforme a las recomendaciones de Ranganathan et al,(2018).

En el estudio de Shishov et al. (2021), se plantea que el uso de un objeto de tamaño conocido para calibrar el video puede aumentar la precisión en las mediciones de movimiento. Esto es porque un objeto de referencia permite establecer una relación exacta entre las dimensiones reales del objeto y las medidas obtenidas en el video, lo que ayuda a corregir posibles errores de escala y perspectiva. La calibración precisa resulta esencial para obtener estimaciones exactas de la cinemática durante las caídas, dado que tanto la orientación de la cámara como la técnica de calibración pueden influir de manera considerable en la exactitud de los resultados.

## Procedimiento

Las grabaciones se llevaron a cabo el día 10/07/2024, en Zaragoza. Se realizaron en un intervalo de tiempo de 17:00 a 21:00. Las pruebas se hicieron en distintos lugares ya que es una comparativa entre césped y playa.

Para asegurar la consistencia en las grabaciones, se utilizó un trípode para mantener el móvil en una posición fija durante todos los registros de cada gesto técnico. El dispositivo se mantuvo en un lugar estable en todas las grabaciones. Para cada gesto técnico, se estableció una distancia específica y se colocó un objeto con una medida conocida (botella de agua de 29 cm), lo que facilitó el proceso de calibración del video.

En cuanto a la medición de variables en la carrera, se marcaron dos puntos en el suelo con la distancia que debían recorrer. Siguiendo el estudio de Krustup P, et al. (2015), se estableció una distancia de 13 metros como la longitud que los participantes debían correr.

Para los lanzamientos, se situaron a 5 metros para que aparecieran en el campo de visión de la cámara tanto los lanzamientos de back como el de flick.

Finalmente, los saltos se colocaron a 6 metros y se grabaron en formato vertical para capturar todo el plano vertical.

- Carrera en playa: de acuerdo con Castellano y Casamichana (2015), en su estudio indicaron que en el fútbol playa se realiza un sprint cada 20-30 segundos, por lo que se estableció un descanso de 30 segundos entre repeticiones. Las carreras se realizaron a máxima intensidad para replicar lo mejor posible una situación real de juego. En total, se completaron 4 series de 4 repeticiones, con un descanso de 5 minutos entre series.
- Carrera en césped: Según Di Salvo et al. (2007), en su estudio señalaron que un sprint en fútbol ocurría cada 60-90 segundos, por lo que los participantes tuvieron un descanso de 60 segundos entre repeticiones. Se completaron 4 series de 4 repeticiones, con un descanso de 5 minutos

entre series.

- Lanzamientos en playa: Se llevaron a cabo 16 lanzamientos en total, divididos en series de 4 lanzamientos, con un breve descanso entre cada serie. Se les indicó a los participantes que debían lanzar el disco lo más bajo posible.
- Lanzamientos en césped: Se efectuaron 16 lanzamientos en total, organizados en series de 4 lanzamientos, con un pequeño descanso entre las series. La instrucción fue lanzar el disco lo más bajo posible.
- Saltos en playa: Según el estudio de Waldron y Highton (2014), los participantes efectuaron un salto cada minuto, seguido de un minuto de descanso, realizando un total de 8 saltos a máxima intensidad.
- Saltos en césped: Al igual que en la playa, los saltos se realizaron cada 1-2 minutos, con un minuto de descanso entre cada salto antes de proceder con el siguiente.

## Resultados

Después de analizar los vídeos con Kinovea se realizó el análisis de los datos. Se recogieron en tablas haciendo diferentes medias.

Para analizar los datos obtenidos, se realizaron 4 series de 4 a 5 repeticiones de los movimientos evaluados. Los resultados fueron clasificados agrupando todas las repeticiones en función de su orden dentro de cada serie. A continuación, se calculó la media de todas las primeras repeticiones (o primer pie izquierdo en el caso de las carreras), la media de las segundas repeticiones, y así sucesivamente hasta la cuarta o quinta repetición, dependiendo de la serie.

Este enfoque permitió observar posibles patrones de variabilidad en el rendimiento a lo largo de las repeticiones dentro de cada serie. Posteriormente, se analizaron estas medias para identificar diferencias entre las series y las distintas condiciones de la prueba (por ejemplo, césped y playa).

### Carrera:

CARRERA SUJETO 1		1º PIE IZQUIERDO	2º PIE IZQUIERDO	3º PIE IZQUIERDO	4º PIE IZQUIERDO	FINAL
<b>CÉSPED</b>	Distancia (m)	2.26±0.2	5.14±0.18	8.32±0.23	12.92±0.12	13
	Inclinación (°)	59±1	61±2	66±1	69±1	
	Duración (s)	0.83±0.08	1.33±0.06	1.80±0.07	2.27±0.08	2.33±0.1
	Velocidad (m/s)	1.87±0.3	3.87±0.25	4.63±0.3	5.68±0.18	5.58±0.2
<b>PLAYA</b>	Distancia(m)	2.03±0.15	4.55±0.2	7.57±0.22	10.97±0.15	13
	Inclinación (°)	39±2	42±1	50±1	57±1	
	Duración (s)	0.97±0.06	1.47±0.1	1.97±0.08	2.43±0.09	2.63
	Velocidad (m/s)	2.09±0.018	3.09±0.09	3.84±0.16	4.51±0.2	4.94±0.18

CARRERA SUJETO 2		1º PIE IZQUIERDO	2º PIE IZQUIERDO	3º PIE IZQUIERDO	4º PIE IZQUIERDO	5º PIE IZQUIERDO	FINAL
<b>CÉSP ED</b>	Distancia (m)	1.09±0.18	4.05±0.2	7.55±0.23	11.46±0.1		13
	Inclinación (°)	43±1	44±1	52±2	61±2		
	Duración (s)	0.80±0.06	1.30±0.17	1.77±0.2	2.23±0.09		2.37
	Velocidad (m/s)	1.36±0.1	3.12±0.2	4.27±0.17	5.14±0.22		5.48
<b>PLAY A</b>	Distancia (m)	0.5±0.2	2.31±0.16	4.32±0.18	7.06±0.2	10.04±0.3	13
	Inclinación (°)	36±1	35±2	48±1	55±1	58±2	
	Duración (s)	0.57±0.2	1.00±0.18	1.43±0.06	1.90±0.16	2.37±0.2	2.73
	Velocidad (m/s)	0.933±0.2	2.957±0.1	3.02±0.22	3.71±0.18	4.24±0.3	4.76±1

Estos fueron los datos recogidos a través de las grabaciones de las carreras, se analizaron todas las carreras y se sacó la media de cada pie izquierdo, tanto de distancia, inclinación duración y velocidad.

### Lanzamientos

Estos fueron los datos recogidos a través de las grabaciones de los lanzamientos, se analizaron todos los lanzamientos y se sacó la media de cada uno de ellos.

Lanzamiento de flick

LANZAMIENTO SUJETO1		1º LANZAMIENTO	2º LANZAMIENTO	3º LANZAMIENTO	4º LANZAMIENTO
<b>CÉSPE D</b>	Distancia mano suelo (cm)	42.73±7	37.06±6	34.22±7	35.66±9
	Inclinación (°)	54±3	54±1	47±2	49±6
	Distancia cadera suelo (cm)	68.39±8	69.86±9	68.39±9	68.93±5
<b>PLAYA</b>	Distancia mano suelo (cm)	53.62±12	43.49±3	35.13±15	25.90±7
	Inclinación (°)	48±5	46±2	44±3	41±2
	Distancia cadera suelo (cm)	60.09±10	60.12±8	60.09±8	61.23±9

Lanzamiento Backhand

LANZAMIENTO SUJETO1		1º LANZAMIENTO	2º LANZAMIENTO	3º LANZAMIENTO	4º LANZAMIENTO
<b>CÉSPE</b> <b>D</b>	Distancia mano suelo (cm)	27,6±8	30.40±7	27.22±9	28.38±5
	Inclinación (°)	20±3	21±3	19±2	20±4
	Distancia cadera suelo (cm)	62.22±9	64.46±12	64.23±8	64.34±6
<b>PLAYA</b>	Distancia mano suelo (cm)	21.26±6	23.28±5	22.25±7	22.12±4
	Inclinación (°)	27±6	28±2	26±3	26±1
	Distancia cadera suelo (cm)	52.57±8	56.06±9	55.09±6	54.65±2

Lanzamientos Flick

LANZAMIENTO SUJETO2		1º LANZAMIENTO O	2º LANZAMIENTO	3º LANZAMIENTO	4º LANZAMIENTO O
<b>CÉSPE</b> <b>D</b>	Distancia mano suelo (cm)	53.37±9	58.24±8	55.81±7	54.13±8
	Inclinación (°)	55±2	59±4	57±3	58±2
	Distancia cadera suelo (cm)	71.57±12	69.14±9	70.40±5	70.08±6
<b>PLAYA</b>	Distancia mano suelo (cm)	53.76±3	52.64±7	54.12±9	52.87±5
	Inclinación (°)	42±3	40±1	43±2	40±2
	Distancia cadera suelo (cm)	79.62±5	80.62±1	78.95±8	80.14±9

Lanzamiento Backhand

LANZAMIENTO SUJETO2		1º LANZAMIENTO	2º LANZAMIENTO	3º LANZAMIENTO	4º LANZAMIENTO
<b>CÉSPE</b> <u>D</u>	Distancia mano suelo (cm)	49.73±6	53.43±8	59.64±5	54.78±6
	Inclinación (°)	42±3	36±1	42±2	39±3
	Distancia cadera suelo (cm)	64.34±4	63.12±7	60.70±6	61.92±3
<b>PLAYA</b>	Distancia mano suelo (cm)	59.40±5	60.88±9	59.55±8	63.79±7
	Inclinación (°)	42±2	45±1	40±1	45±3
	Distancia cadera suelo (cm)	69.32±8	70.73±9	72.15±7	70.73±8

Saltos

Los resultados del sujeto 1 en el gesto técnico del salto fueron los siguientes:

SALTOS SUJETO1		1º SALTO	2º SALTO	3º SALTO	4º SALTO
<b>CÉSPE</b> <u>D</u>	Ángulo de rodilla (°)	136±5	147±4	140±3	138±2
	Ángulo de cadera (°)	130±3	131±2	140±1	130±6
<b>PLAYA</b>	Ángulo de rodilla (°)	123±2	125±3	127±3	126±1
	Ángulo de cadera (°)	129±4	126±5	128±4	130±2

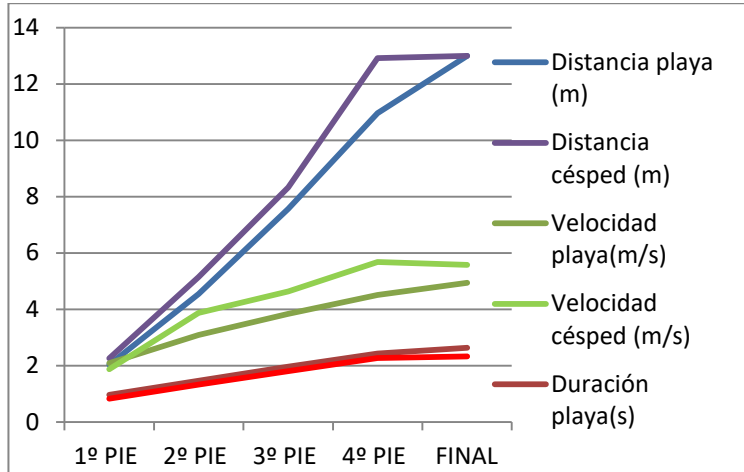
Los resultados de Lucía en el gesto técnico del salto fueron los siguientes:

SALTOS SUJETO2		1º SALTO	2º SALTO	3º SALTO	4º SALTO
<b>CÉSPE</b> <u>D</u>	Ángulo de rodilla (°)	145±4	143±4	142±3	147±1
	Ángulo de cadera (°)	148±3	132±2	138±5	140±4
<b>PLAYA</b>	Ángulo de rodilla (°)	144±1	156±3	143±5	150±2
	Ángulo de cadera (°)	145±4	147±6	140±4	144±2

## Análisis de los datos

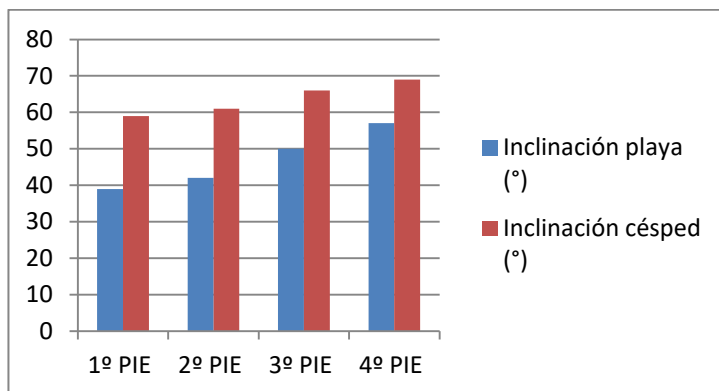
### Análisis carrera

#### Comparativa de carrera sujeto 1

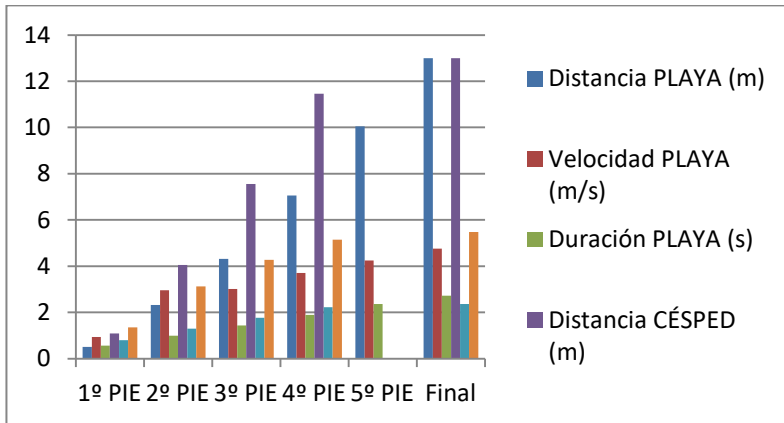


En la primera gráfica podemos notar que el sujeto 1 alcanza una mayor velocidad en césped en comparación con la playa, debido a la resistencia que ofrece esta última.

Asimismo, en la siguiente gráfica se observa que el ángulo de inclinación respecto al suelo es más pronunciado en césped, lo que indica que su cuerpo está más inclinado hacia adelante en playa.

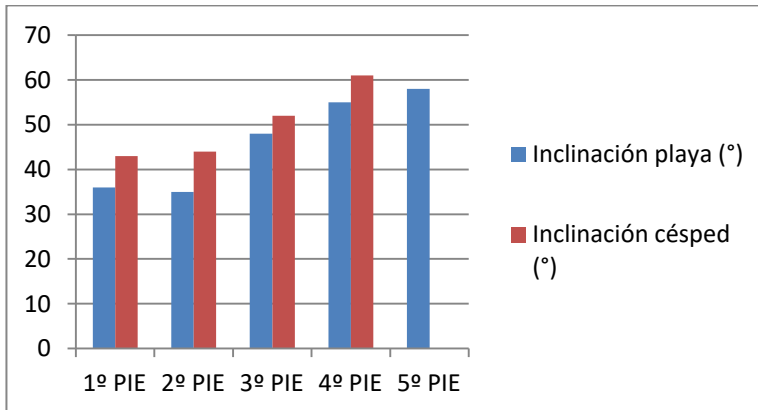


### Comparación carrera sujeto 2



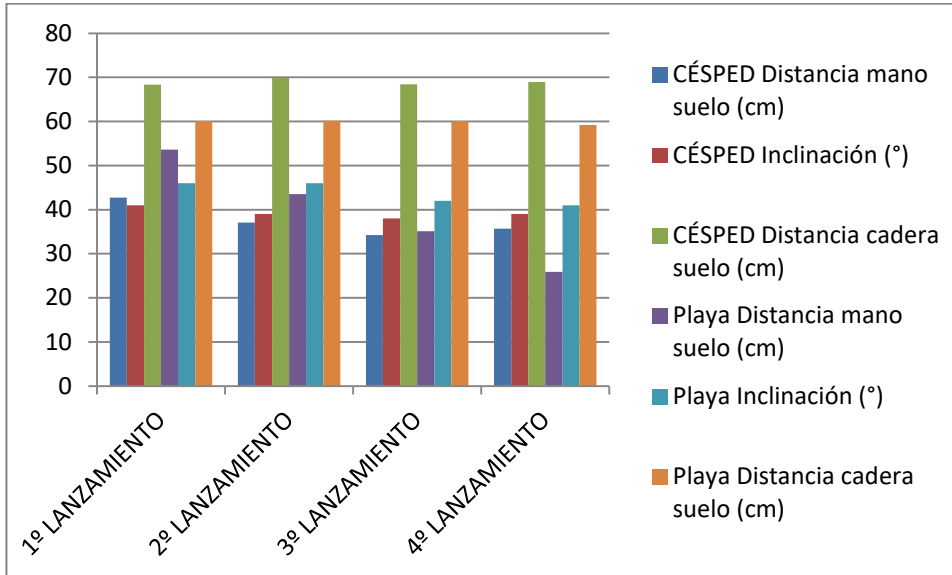
Podemos apreciar que sujeto 2 en la superficie de playa necesita dar una zancada más que en césped, por la distancia de las primeras zancadas.

En cuanto a la inclinación del tronco podemos ver que se repite lo mismo que en el caso del sujeto 1.



## Análisis Lanzamientos

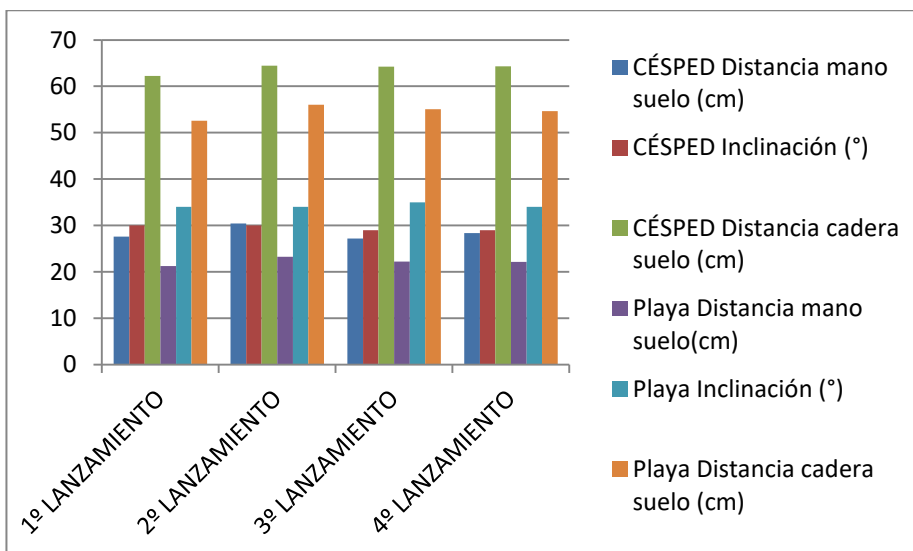
### Lanzamiento Flick sujeto1



En playa podemos apreciar que para conseguir bajar la mano más, debemos bajar la cadera lo máximo posible y el grado de inclinación debe ser el más bajo posible.

En césped para conseguir bajar la mano lo máximo posible, debemos tener el menor grado de inclinación posible.

### Lanzamiento back sujeto 1.

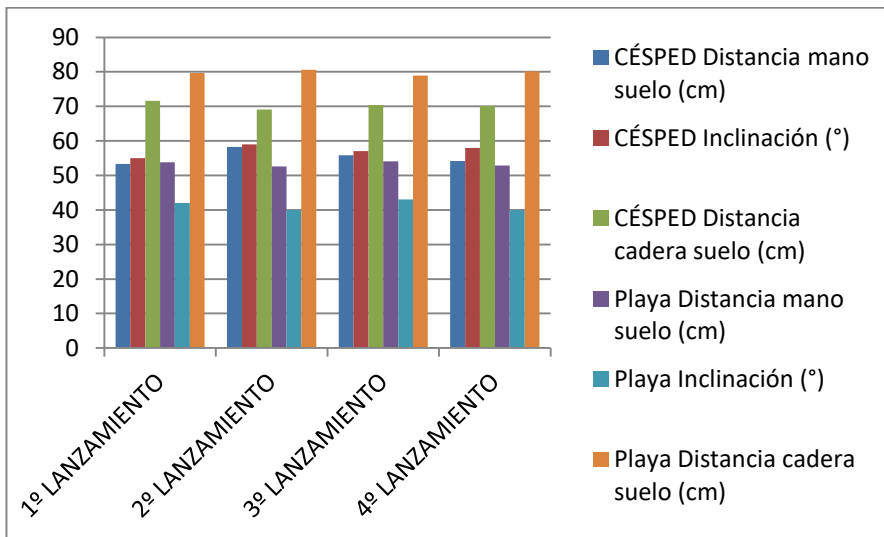


En playa para conseguir bajar más la mano el grado de inclinación de la cadera

debe ser medio y debemos conseguir bajar más la cadera.

Tras analizar los resultados de los lanzamientos, se observa que el sujeto 1 presenta un mayor grado de inclinación en la playa en comparación con el césped. Esto implica que su postura es más erguida al lanzar en la playa. Al estar la cadera más cerca del suelo en esta superficie, no necesita inclinarse tanto hacia adelante, lo que le permite lanzar el disco con el tronco en una posición más recta. En césped debe inclinarse ligeramente un poco más.

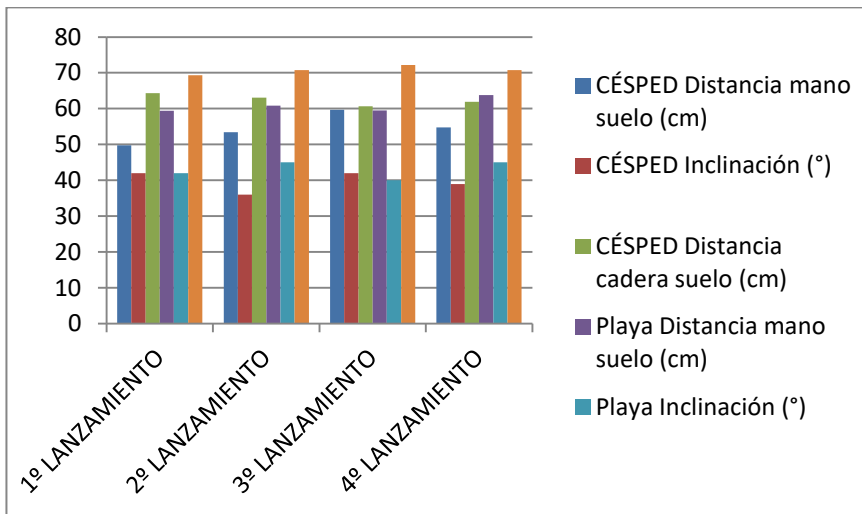
### Lanzamiento Flick sujeto 2



En playa para conseguir bajar la mano más debemos bajar la cadera lo máximo posible y el grado de inclinación debe ser el más bajo posible.

En césped para conseguir bajar la mano lo máximo posible debemos tener el menor grado de inclinación posible.

### Lanzamiento Backhand sujeto 2



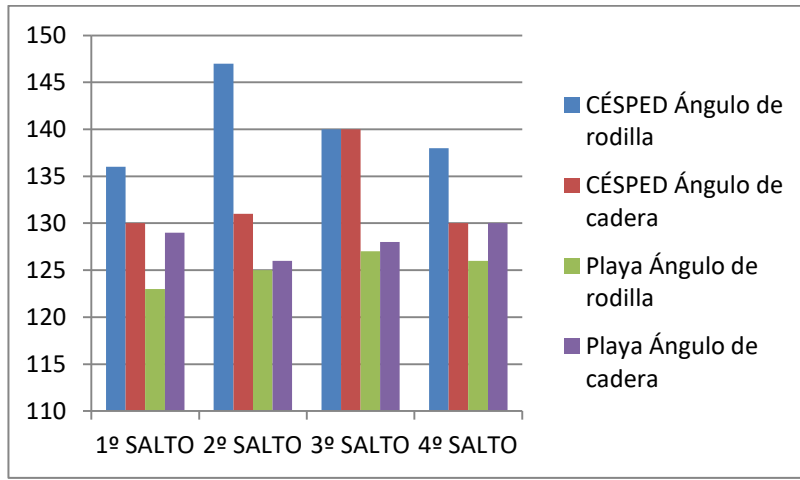
En playa para conseguir bajar más la mano el grado de inclinación de la cadera debe ser medio y debemos conseguir bajar más la cadera.

En el caso del sujeto 2, al realizar el lanzamiento de flick en la playa, necesita inclinarse más para sacar el disco lo más bajo posible, mientras que en césped, aunque lanza a una altura similar, no requiere tanta inclinación. En cuanto al lanzamiento de backhand, no se observa una diferencia significativa en la inclinación del tronco entre ambas superficies.

### **Análisis Saltos**

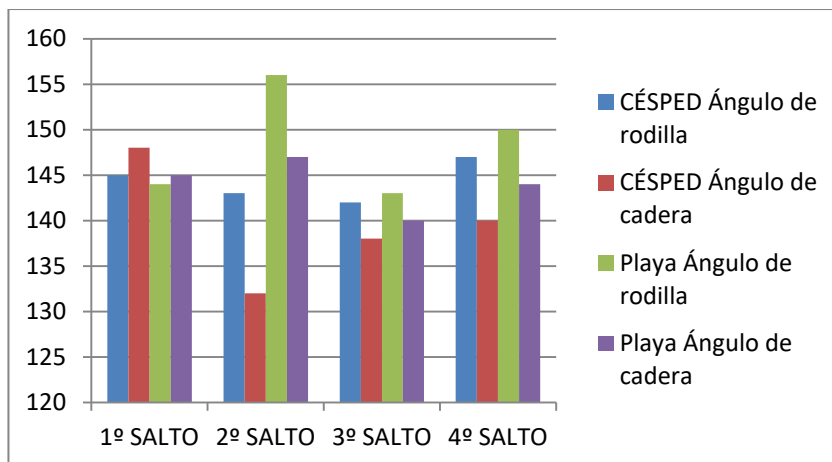
#### Saltos sujeto 1:

Podemos presentar en la siguiente gráfica que sí que hay una ligera diferencia en el ángulo de flexión de rodilla y cadera, viendo mayor diferencia en la rodilla frente a cadera. Siendo en césped donde mayor ángulo hay, esto quiere decir que en playa el grado de flexión de estas dos articulaciones es mayor.



Saltos sujeto 2:

En el caso del sujeto 2 observamos que por lo general el grado de flexión es mayor en césped, por lo que es contrario a los estudios científicos.



Como profesional en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte (CCAFD), sugeriría entrenar en cada superficie de manera independiente. Los estudios científicos respaldan que existen diferencias biomecánicas en los gestos técnicos entre distintos terrenos. En función de estos hallazgos, sería beneficioso que tanto los dos jugadores como el club al que pertenecen realicen su entrenamiento en arena de septiembre a diciembre y en césped de enero a julio, ya que el club Zierzo entrena durante toda la temporada en césped.

Para el sujeto número 1, recomendaría centrarse en sacar el disco desde una

posición más baja cuando juegue en la playa, ya que, en comparación con el césped, su cadera está más baja. Para lograrlo, debería inclinar más el torso hacia adelante para que la mano pueda bajar al máximo. Se realizarían entrenamientos técnicos en los que se enseñaría la posición corporal adecuada para bajar un poco más la mano.

En cuanto al gesto técnico del salto en playa debe flexionar más la cadera y la rodilla en el momento de la propulsión. Ya que no hay una gran diferencia entre grados de angulación entre ambas superficies, según los datos recogidos de este sujeto. Esto se debería entrenar en el terreno de arena, para ir asimilando que cuanto más flexión de estas dos articulaciones obtendremos un mayor rendimiento de su salto.

El sujeto 2 debería enfocarse en mejorar su lanzamiento de backhand en la playa, ya que no logra hacerlo desde una posición lo suficientemente baja. Incluso en césped consigue lanzar el disco más cerca del suelo. Para alcanzar el objetivo de lanzar el disco lo más bajo posible, debería inclinarse más hacia adelante al realizar este tipo de lanzamiento. Para ello se entrenaría en arena en donde nos enfocaríamos en coger la posición correcta, primero mantener esa posición y luego lanzar.

En cuanto al salto en la playa para este sujeto, debería lograr una mayor flexión de la rodilla y la cadera durante la fase de propulsión, ya que en césped muestra un mayor grado de flexión. Por lo tanto, se sugiere que trabaje por separado en la batida y el salto. En la batida, debería concentrarse en una flexión profunda, y luego, durante el salto, comenzar desde una flexión más pronunciada para alcanzar la máxima altura posible.

## Discusión

El objetivo principal del estudio fue El objetivo del presente estudio fue hacer una comparativa biomecánica de los gestos técnicos (saltos, carreras y lanzamientos), entre dos superficies en las que se compite Ultimate Frisbee, playa y césped.

- 1- Hemos observado que el grado de inclinación en la técnica de carrera de sujeto 1 y el sujeto 2 coincide con lo señalado en los estudios científicos mencionados anteriormente como el de Lejeune et al. (1998), que sostienen que la inclinación del cuerpo en la playa es mayor que en el césped, en relación con el eje vertical. Se puede ver cómo, en la playa, el tronco se inclina ligeramente más hacia adelante en comparación con el césped.
- 2- Al comparar los análisis de los lanzamientos, se observó que en el flick realizado en la playa, ambos jugadores debían bajar la cadera al máximo para llevar la mano más abajo, manteniendo así un ángulo de inclinación lo más bajo posible. Otra observación similar en los lanzamientos de flick en césped es que, para lograr bajar la mano al máximo, es necesario mantener un grado mínimo de inclinación del cuerpo. Esto ocurrió en ambos jugadores.
- 3- Al igual que lo encontrado en el estudio de Giatsis y Kollias (2003), sujeto 1 también muestra una diferencia en la flexión de la cadera y la rodilla al comparar el movimiento en diferentes superficies. En particular, se observa que la flexión en ambas articulaciones es más pronunciada cuando se ha realizado sobre la arena. Esta mayor flexión puede deberse

a la necesidad de mantener un mejor equilibrio y estabilidad en un terreno más inestable como la playa, lo que obliga a los atletas a ajustar su postura corporal y a utilizar una mayor flexión de cadera y rodilla para mejorar la capacidad de impulso.

- 4- Podemos decir que en base a los objetivos específicos sí hay una cierta diferencia entre ambas superficies en cuanto a la ejecución biomecánica en los diferentes gestos técnicos. Pero al solo entrenar en césped y competir en ambos terrenos es complicado que la técnica en playa sea la correcta. De ahí a que deban entrenar ambas superficies de forma separada y con una correcta técnica. De esta forma se podría aumentar el rendimiento de estos jugadores.

## Limitaciones

- 1- Una de las principales limitaciones de este estudio ha sido la poca cantidad de bibliografía científica disponible sobre el Ultimate Frisbee. Debido a que este deporte no cuenta con un extenso respaldo en la literatura académica, ha sido difícil encontrar estudios previos que proporcionen una base sólida para comparar resultados o profundizar en ciertos aspectos técnicos y biomecánicos. Esta carencia de investigaciones previas limita el análisis y la posibilidad de contrastar datos, lo que resalta la necesidad de más estudios en este campo para enriquecer el conocimiento académico sobre el Ultimate Frisbee.
- 2- Otra de las limitaciones encontradas en el estudio ha sido la calibración de los saltos en el software Kinovea. Dado que los saltos en Ultimate Frisbee se realizan en un espacio tridimensional (3D) y el software está diseñado para análisis en dos dimensiones (2D), no fue posible ajustar adecuadamente la calibración para medir con precisión la altura de los saltos. Esta restricción impidió obtener datos exactos sobre la altura alcanzada durante los saltos, lo que limitó el análisis de este aspecto. El uso de herramientas de análisis en 3D sería necesario en futuras investigaciones para superar esta limitación y obtener mediciones más precisas en movimientos que involucran múltiples planos.

## Conclusiones

Aunque el Ultimate Frisbee está ganando popularidad, aún se requiere una mayor cantidad de estudios científicos para identificar diferencias significativas en su práctica. A pesar de ser un deporte alternativo con aspiraciones a convertirse en olímpico, actualmente enfrenta varias limitaciones.

Se ha observado que existen pequeñas diferencias entre las superficies en las que se juega, lo que sugiere que sería conveniente entrenar de manera diferenciada según el terreno. En España, se compite tanto en césped como en playa, siendo esta última más común debido a su accesibilidad y coste nulo, favorecida por la geografía del país.

Sería igualmente beneficioso desarrollar una planificación anual para estos dos jugadores, dado que compiten a un nivel elevado. La programación de los entrenamientos debería ajustarse al momento específico de la temporada en que se encuentren. Por esta razón, se ha diseñado una temporada (ver anexo I) junto con su leyenda explicativa (anexo II), organizando los entrenamientos por semanas de septiembre a diciembre. Durante este período, en el que tienen dos competiciones principales y una secundaria, se entrenará en arena, enfocándose en ajustar la técnica de carrera y los saltos, incluyendo una sesión semanal dedicada a corregir la técnica. De enero a julio se ha planificado un sistema de entrenamiento convencional, que incluye un periodo preparatorio seguido de un periodo de competición. Durante este tiempo, los jugadores entrenarán en césped, y en la fase preparatoria se trabajará en la adaptación de la técnica de arena a la técnica específica para césped.

## Conclusions

Although Ultimate Frisbee is gaining popularity, a greater number of scientific studies are still needed to identify significant differences in its practice. Despite being an alternative sport with aspirations to become an Olympic discipline, it currently faces several limitations.

It has been observed that there are small differences between the surfaces on which it is played, suggesting that it would be beneficial to train differently depending on the terrain. In Spain, competitions are held on both grass and beach surfaces, with the latter being more common due to its accessibility and zero cost, favored by the country's geography.

It would also be beneficial to develop an annual training plan for these two players, as they compete at a high level. The training schedule should be adjusted to the specific phase of the season. For this reason, a season plan has been designed (see Annex I) along with an explanatory legend (Annex II), organizing the training sessions by week from September to December. During this period, in which they have two main competitions and one secondary, they will train on sand, focusing on adjusting running and jumping techniques, including a weekly session dedicated to technique correction.

From January to July, a conventional training system has been planned, which includes a preparatory phase followed by a competition phase. During this time, the players will train on grass, and in the preparatory phase, efforts will be made to adapt the sand technique to the specific technique for grass.

## Bibliografía

Amoroso, J. P., Coakley, J., Rebelo-Gonçalves, R., Antunes, R., Valente-dos-Santos, J., & Furtado, G. E. (2021). Teamwork, spirit of the game and communication: A review of implications from sociological constructs for research and practice in Ultimate Frisbee games. *Social Sciences*, 10(8), 300. <https://doi.org/10.3390/socsci10080300>

Castellano, J., & Casamichana, D. (2015). Physical demands of football beach: Analysis of the players' profile. *Journal of Sports Sciences*, 33(4), 345-355. <https://doi.org/10.1080/02640414.2014.968337>

Di Salvo, V., Baron, R., Tschan, H., Calderon Montero, J., & Bachl, N. (2007). Performance characteristics according to playing position in elite soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 28(3), 222-227. <https://doi.org/10.1055/s-2006-924294>

Doe, A., & Roe, B. (2020). Performance and technique analysis in Ultimate Frisbee. *International Journal of Sports Research*, 12(4), 456-467. <https://doi.org/10.1000/ijsr.2020.45678>

Giatsis, G., & Kollias, I. (2003). Biomechanical differences of a spike jump on sand and firm ground. *Journal of Sports Sciences*, 21(5), 399-400.

Hodges, N. J., McGowan, C., & Logan, P. (2014). Physical demands of Ultimate Frisbee: Analysis of explosive actions. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(8), 2290-2298. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000456>

Kinovea. (2017). Kinovea. Retrieved from <https://www.kinovea.org/>

Krustrup P, Mohr M. Physical Demands in Competitive Ultimate Frisbee. *J Strength Cond Res.* 2015 Dec;29(12):3386-91. doi: 10.1519/JSC.0000000000000989. PMID: 26595132.

Lejeune, T. M., Willems, P. A., & Heglund, N. C. (1998). Mechanics and energetics of human locomotion on sand. *Journal of Experimental Biology*, 201(13), 2071-2080.

M. S. A. Wong & C. K. B. Cheung. (2020). "Biomechanics of Ultimate Frisbee Throws: A Study on Flick and Backhand Techniques." *International Journal of Sports Biomechanics*. doi:10.1080/02640414.2020.1800545

Nor Adnan, N. M., Ab Patar, M. N. A., Lee, H., Yamamoto, S. I., Jong-Young, L., & Mahmud, J. (2018, April). Biomechanical analysis using Kinovea for sports application. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 342, p. 012097). IOP Publishing.

Ranganathan, R., Wang, R., Dong, B., & Biswas, S. (2017). Identifying compensatory movement patterns in the upper extremity using a wearable sensor system. *Physiological Measurement*, 38(12), 2222-2234. <https://doi.org/10.1088/1361-6579/aa9835>

Smith, J. (2019). Technical gestures in Ultimate Frisbee: A review. *Journal of Sports Science*, 45(2), 123-135. <https://doi.org/10.1000/js.2019.12345>



S. K. Lee, J. H. Kim, & Y. C. Chung. (2018). "Biomechanical Analysis of the Forehand and Backhand in Tennis: A Comparative Study." *Journal of Sports Sciences*. doi:10.1080/02640414.2018.1486245

"Ultimate Frisbee: The Official Rules of Play." Ultimate Players Association, 2021.

Enlace a las reglas.

## Anexos

### Anexo I

#### Planificación temporalizada Zierzo Ultimate.

	Septiembre			Octubre				Noviembre				Diciembre			Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio		Julio		Agosto	
Calendario			S			P								P							S			P						
Microciclos	B	B	N	B	E	R	B	B	B	B	E	E	R	PREPARATORIO						COMPETITIVO				TRANSICIÓN						
F. explosiva específica																														
R. F. explosiva específica																														
Movilidad dinámica específica																														
Motricidad específica																														
Factor informacional específica																														
F. explosiva cargas altas.																														
F. explosiva cargas medias.																														
F. explosiva específica resistida.																														
F. explosiva específica asistida.																														
Resistencia facilitada.																														
Movilidad estática y dinámica																														
Factor informacional facilitado.																														
Motricidad facilitada																														
Resistencia dificultada																														
Motricidad dificultada																														
Factor informacional dificultado																														

### Anexo II

**LEYENDA**

	Básico
	Normal
	Específico
	Recuperación
	Competición secundaria
	Competición principal