

**FACULTAD DE EDUCACIÓN Y DEPORTE**  
**Grado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte**  
Curso: 2019-2020

# **TRABAJO FIN DE GRADO**

## **FACTORES CLAVE PARA AUMENTAR EL RENDIMIENTO DE LA SALIDA DE TACOS: REVISIÓN SISTEMÁTICA**

AUTOR: RUIZ DE ARCAUTE PÉREZ, Osmar

DIRECTOR: SANTOS CONCEJERO, Jordan

8 de mayo de 2020

## **ÍNDICE**

<b>RESUMEN</b> .....	<b>2</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>3</b>
<b>HISTORIA Y EVOLUCIÓN DE LAS SALIDAS EN ATLETISMO</b> .....	<b>5</b>
<b>FASES DE LA SALIDA DE TACOS</b> .....	<b>7</b>
Colocación de los tacos .....	7
Colocación del atleta en los tacos “A sus puestos” .....	8
Colocación del atleta en “listos” .....	8
Reacción del atleta al estímulo externo “disparo de salida” .....	9
Empuje del atleta sobre los tacos .....	9
Transición a los primeros apoyos después de abandonar los tacos .....	9
<b>¿CÓMO SON LOS TACOS DE SALIDA?</b> .....	<b>10</b>
<b>MÉTODOS</b> .....	<b>11</b>
Búsqueda estratégica.....	11
Criterios de inclusión.....	11
Evaluación de calidad del título/resumen y colección de estudios .....	11
Nivel de evidencia y calidad de los estudios .....	13
<b>RESULTADOS</b> .....	<b>14</b>
Resultados generales de la búsqueda.....	14
Espacio entre tacos .....	14
Importancia de la cadera .....	15
Importancia de rodillas y tobillos.....	16
Dirección de la fuerza.....	17
Mayor importancia del taco trasero o taco delantero.....	18
Mejora de la reacción del atleta .....	19
<b>DISCUSIÓN</b> .....	<b>25</b>
Colocación de los tacos .....	25
Colocación del atleta en “listos” .....	25
Reacción del atleta al estímulo externo “disparo de salida” .....	26
Empuje del atleta sobre tacos.....	26
Transición a los primeros apoyos después de abandonar los tacos .....	27
<b>CONCLUSIÓN</b> .....	<b>27</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>29</b>

## RESUMEN

Esta revisión tuvo como objetivo averiguar cuáles son los factores clave o ideales para conseguir hacer una salida de tacos con el mayor rendimiento posible (con especial atención a los 100 metros lisos). Para ello se realizó una revisión sistemática de los diferentes artículos de investigación, que han estudiado distintos puntos de vista respecto a las salidas de tacos, así como: posición de los tacos, cómo mejorar los tiempos de reacción, qué taco es más determinante en la salida (delantero o trasero), donde hay que colocar el centro de masas, que fuerzas hacen las distintas articulaciones en el empuje sobre los tacos y la dirección a la que ejecutar la fuerza generada.

La recopilación de los artículos se consiguió mediante la búsqueda en diferentes bases de datos (PubMed, Semantic Scholar y Base). En la búsqueda se intentaron recopilar los artículos más influyentes en el tema. De los artículos analizados, 16 de ellos cumplieron con los criterios de inclusión.

Los resultados mostraron opiniones diferentes en cuanto a que parámetro distinguir como factor clave o ideal más determinante para conseguir una buena salida. Las diferencias entre factores determinantes varían en: la separación entre tacos, la fuerza ejercida en el taco trasero, fuerza ejercida en ambos tacos, dirección en la que hay que dirigir la fuerza y consideraciones articulares de la extremidad inferior. Nadie dio como conclusión un determinante en concreto. La variación de factores puede dar como resultado el simple hecho de que todo lo analizado tiene importancia en su fase de salida en concreto y que todo en su conjunto es la determinación general para conseguir una buena posición de inicio y aumentar el rendimiento en la salida de tacos.

Con esta revisión se pudo ver que la salida de tacos tiene varias claves y que cada una tiene su granito de importancia. Las diferentes posiciones de todas las fases dependen una de otra, al igual que los dos tacos dependen uno del otro también, ambos son protagonistas en sus respectivas funciones.

**Palabras clave:** tacos, salida de tacos, reacción, fuerza, velocidad, articulación.

## INTRODUCCIÓN

La fuerza, en el ámbito deportivo, se entiende como “la capacidad de producir tensión que tiene el músculo al activarse” (1). El rendimiento deportivo no proviene de la capacidad de producir la máxima tensión muscular, sino de la capacidad de producir la mayor cantidad de fuerza en el menor tiempo posible (2).

Desde el punto de vista deportivo, la velocidad "representa la capacidad del sujeto para realizar acciones motoras en un mínimo tiempo y con el máximo de eficacia" (3).

Con todo lo anterior, podemos ver que las pruebas de velocidad en atletismo son un buen ejemplo de muestra para conocer el potencial de fuerza que es capaz de ejercer cada persona con el objetivo de conseguir una velocidad de desplazamiento lo más alta posible. En las personas, la expresión de velocidad de desplazamiento viene dada por esa primera expresión de fuerza (2) generada por un conjunto de músculos trabajando como si de una orquesta se tratara. Este conjunto muscular estará dirigida al compás y armonía según la obra que el director dirija en ese momento. En las pruebas de velocidad, la primera obra que se toca viene acompañada por un instrumento externo que ayuda a dar una buena salida al director y al conjunto muscular que forma la orquesta. El instrumento ayudante externo es “El taco de salida”.

Las salidas de tacos son una parte de la carrera fundamental en las carreras de atletismo de velocidad en las pruebas: 60m, 100m, 200m, 400m, 60mv, 100mv, 110mv, 400mv, 4x100m y 4x400m. La salida de tacos puede ser un aliado muy poderoso, sobre todo en las pruebas de menor distancia como lo son: 60m, 100m, 60mv, 100mv y 110mv.

Una buena salida de tacos viene acompañada de varias fases que a priori parecen fáciles, pero que estudiándolas detenidamente podemos ver que lo aparentemente insignificante esconde secretos de grandísimo valor. Las fases de una salida de tacos se han diferenciado en este estudio como: Colocación de los tacos, colocación del atleta en los tacos, colocación del atleta en posición de “listos”, reacción del atleta al estímulo externo “disparo”, empuje del atleta sobre los tacos y también se podrían incluir la transición a los primeros apoyos después de abandonar los tacos.

Los velocistas de 100 metros de clase mundial pueden lograr alrededor de un tercio de su velocidad máxima en los 5 primeros metros desde el momento que abandonan los tacos, y el rendimiento del inicio de la carrera está fuertemente correlacionado con la

marca establecida (4, 5, 6). En este estudio (7) dijeron que la calidad del despegue de la salida de tacos representaba el 64% del tiempo total en una carrera de 100 metros lisos.

El éxito del rendimiento en el inicio de la carrera depende de la capacidad del atleta para generar un gran impulso en el menor tiempo posible y alcanzar la mayor velocidad de carrera lo antes posible (6, 8).

El rendimiento del comienzo del sprint y la aceleración del bloque es un problema motor específico que requiere que el atleta integre, en términos de espacio y tiempo, de un movimiento acíclico a un movimiento cíclico (9).

En esta revisión el objetivo fue averiguar cuáles pueden ser los factores clave (con especial atención a los 100 metros lisos) para conseguir una salida de tacos con el mayor rendimiento posible, dada la importancia que tiene tal y como se ha expresado en párrafos anteriores.

Con especial atención a los 100 metros lisos, porque más allá de esta distancia, la variabilidad de cada atleta puede cambiar en función de la prueba. Por ejemplo, en 200 y 400 metros lisos las salidas se realizan en curva, la posición de los tacos se colocará en línea con la tangente de la calle correspondiente. La explosividad de la propia salida puede que no sea tan alta como en los 100 metros lisos, ya que la importancia de la salida en dichas pruebas, aunque siempre importante, deja de serlo en cierta medida. De ahí a que en dichas pruebas los atletas no estén tan impacientes por escuchar el disparo y apenas haya salidas nulas y estos sean eliminados. Respecto a las salidas de las carreras con vallas también suele haber diferencias en cuanto a la posición de los tacos en la salida. En estas carreras los atletas deben conseguir una posición vertical del cuerpo más temprana que los de 100 metros lisos, para ello suelen colocar el taco delantero ligeramente más próximo a la línea de inicio (10) y así poder obtener una posición vertical más fácil en los primeros pasos de carrera para afrontar la primera valla.

La revisión encontró varios factores clave importantes, así como: la separación entre tacos, la fuerza ejercida en el taco trasero, fuerza ejercida en taco delantero, dirección en la que hay que dirigir la fuerza y consideraciones articulares de la extremidad inferior. Cada aspecto estará relacionado con la fase de salida más correspondiente.

## HISTORIA Y EVOLUCIÓN DE LAS SALIDAS EN ATLETISMO

Puede que una explicación del por qué hemos acabado realizando una salida agrupada sea por la forma que adoptan algunos animales, como los felinos, a la hora de observar y atacar a sus presas. Estos animales para realizar el impulso de ataque y así conseguir una gran aceleración con su cuerpo, se agrupan con el fin de tensionar sus músculos en la medida adecuada y sobrecargan fundamentalmente su principal sistema impulsor, las patas traseras, que son el equivalente al tren inferior de los seres humanos. (Carlos Alberto Cordente Martínez, 2017, 0m35s) (11).

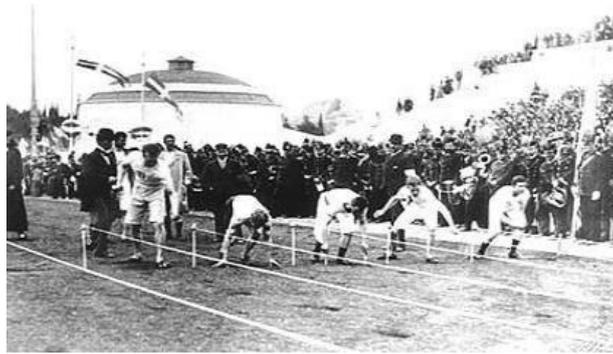
Durante la historia de las pruebas de velocidad ha habido una evolución en cuanto a la forma de salir.

La primera carrera de velocidad según las tablas sagradas de Olimpia data del año 776.d.C.

En las salidas para las carreras se disponía de una losa de piedra que señalaba el punto de partida. Los pies se apoyaban en el canto vertical de la ranura, mediante los metatarsos, con el objeto de ejercer fuerza y adquirir más rápidamente la velocidad.

Posteriormente a lo largo de los años hay constancia de variadas y curiosas formas de salida.

- “Break Start”: El juez se situaba a la altura de la meta mientras los atletas se separaban hacia atrás, unos 15 metros agarrados de las manos. Situados en esa posición se adelantaban hacia la salida momento en el cual se soltaban e iniciaban la prueba. Si el juez consideraba que algún atleta había tomado ventaja invalidaba la salida. Con este procedimiento las pruebas se iniciaban “lanzadas” lo que justifica, en cierto modo, algunos registros realmente dudosos de la época (12).
- En 1888 el americano Charles Sherril, utiliza por primera vez en una competición una salida agachada con apoyo de sus manos en el suelo, si bien se cree que fue un atleta de color australiano llamado Black Samuel quien antes empezó a colocar una rodilla en tierra y apoyarse sobre una mano, para imitar a un canguro, se dijo en aquel tiempo.



**Figura 1.** Juegos Olímpicos de Atenas 1896. Final 100m. En calle 4 el ganador el norteamericano Thomas Burke, a su lado, un atleta se servía de unos palos para apoyar sus manos en una posición agrupada. Fuente: Publice.

- En la primera edición de los juegos Olímpicos de la Era Moderna (Atenas 1896), el vencedor, Burke, salía con las manos apoyadas en el suelo, otro norteamericano de la carrera lo hizo apoyando las manos en unos palos.
- A partir de la siguiente edición de los Juegos Olímpicos en París 1900, fue cuando todos los velocistas comenzaron a utilizar la salida agrupada, afirmándose como la posición más ventajosa para tener un comienzo rápido de carrera. Lo hacían incrustando los pies en unos hoyos, que eran realizados por los atletas en las pistas de ceniza.
- En la década de los años 20, la salida agrupada se conoce como salida australiana o salida de canguro. En el 1929, el atleta americano George Simpson utilizó unos bloques de madera para apoyar sus pies, pero no los consideraron legales.
- A partir de 1938 se legaliza la salida con ayuda de tacos, pero aclarando que no era para beneficiar al atleta “sino para proteger la pista y acelerar el desarrollo de las pruebas”.

Durante este siglo se experimentaron diversas posiciones en los tacos que originó lo que se denominó: salida intermedia y agrupada, según la separación entre los pies originando la elevación de la cadera entre otros parámetros.

- En los años 50 observamos un predominio de la salida “canguro”.
- En los años 60 fue cuando se lleva la forma de salida intermedia, para ello se aproximaban más el primer taco al segundo pero manteniendo la espalda horizontal.
- En los juegos Olímpicos de Múnich 1972 se comenzó a realizar en la posición de listos una gran aproximación entre pies, cadera muy alta y cabeza muy baja (13).

## FASES DE LA SALIDA DE TACOS

### Colocación de los tacos

En esta fase la colocación de los tacos es muy personal, ya que, las características de cada atleta varían en función de su fisiología y antropometría, sobre todo por la longitud de sus extremidades inferiores.

Los tacos se colocan detrás de la línea de salida. El primer taco se coloca a una distancia más cercana a la línea de salida y el segundo taco se coloca unos centímetros por detrás respecto al primero. La angulación de los tacos varía en función del atleta, pero el taco posterior suele ponerse con una angulación más inclinada hacia delante.

En las competiciones, si en esta fase hay un error de colocación y comprobación de la salida, es posible que las siguientes fases, y sobre todo la más importante, post-disparo, se vean afectadas.

Lo normal es que cada atleta coloque bien sus tacos, pero en categorías inferiores pueden existir otros problemas, como que los clavos no enganchen bien a la pista, por desgaste de los propios clavos o el desgaste del pavimento sintético. Esto puede provocar que los tacos patinen hacia atrás, la salida del atleta se vea seriamente afectada y por lo tanto la carrera refleje un resultado poco acorde con la verdadera capacidad del atleta. Es por ello que es importante clavar bien los clavos delanteros y traseros de los tacos sobre el pavimento.

La colocación en esta fase también puede variar dependiendo de la prueba que vaya a realizar el atleta, ya sea por salida en curva o salida para una competición con vallas, como por ejemplo los 110 metros vallas. Los vallistas utilizan un espacio entre tacos más grande y colocan el taco delantero más cercana la línea de inicio que los velocistas (10).

## Colocación del atleta en los tacos “A sus puestos”

En esta fase estaremos atentos a la señal del juez. En el momento que el juez diga: “a sus puestos”, cada atleta irá a colocarse a los tacos para esperar a la siguiente señal del propio juez.

Es habitual ver a los atletas comenzar a realizar una serie de rituales y hábitos muy personales antes de llegar a colocarse en la posición adecuada para concentrarse, para meter miedo a sus rivales o simplemente para aumentar la activación muscular que suele ser lo más normal. Los rituales o hábitos que más se suelen ver suelen ser los siguientes:

- Sacudida muscular, estando de pie o colocando los pies en los tacos.
- Golpearse las piernas.
- Dar un sato elevando las piernas.
- Hacer un skipping muy corto pero intenso.

Después de realizar los rituales es importante que los atletas se coloquen de forma adecuada sobre los tacos. Las principales características de esta posición son: apoyar bien ambos pies sobre los tacos, apoyar la rodilla de la pierna colocada en el taco trasero en el suelo, colocar la cadera en retroversión, las líneas de hombros y cadera perpendiculares a la dirección de la carrera, los hombros estarán casi encima de la línea de salida, brazos extendidos y relajados y manos aguantando la posición del cuerpo con las yemas de los dedos sin tocar la línea de salida. Una vez bien colocados en la posición agrupada, es muy importante que los atletas se relajen lo máximo posible mientras esperan la siguiente señal del juez de salida.

## Colocación del atleta en “listos”

Esta fase también viene dada por la señal del juez de salida. Cuando el juez de salida dice “listos”, los atletas deberán despegar la rodilla apoyada del suelo comenzando a elevar con un movimiento ascendente la cadera. Los pies deberán estar con los tobillos en tensión y totalmente apoyados sobre los tacos ejerciendo presión. Los brazos estarán con los codos extendidos aguantando el peso del cuerpo con las yemas de los dedos y los hombros pasarán a estar ligeramente por delante de la línea de inicio. (4) comparó atletas de 100 metros con marcas personales de 10.2-10.6 s, y estableció que la proporción de peso corporal total que soportaban sus manos en esta fase era del 82-73%. Y que cuanto

peor era su marca personal, menos peso corporal soportaban sus manos (atletas de 11.6-12.4 soportaban un 67-52% de su peso corporal respectivamente).

### Reacción del atleta al estímulo externo “disparo de salida”

En esta fase es muy determinante la capacidad del atleta para reaccionar en el menos tiempo posible sobre el estímulo del disparo del juez de salida. El tiempo de reacción (TR) es el tiempo que transcurre entre el inicio de un estímulo elicitor y el inicio de la respuesta solicitada al sujeto (14). Cuando se recibe la señal, se transmite un impulso al Sistema Nervioso Central, este da una señal a los músculos para comenzar a realizar el movimiento.

El TR no siempre corresponde con el ganador de la prueba, incluso atletas con peor TR consiguen medallas de oro en competiciones. Un ejemplo claro es el de Usain Bolt, no tiene el mejor TR en sus finales, pero acaba ganando.

### Empuje del atleta sobre los tacos

Al escuchar el disparo el atleta empuja simultáneamente y al máximo de su fuerza las dos piernas lanzando hacia delante el brazo de la pierna adelantada. Primero se despegan las piernas del taco trasero y a continuación se acaba la fase de empuje despegando el taco delantero. Ambos despegues se deben hacer con una extensión completa de las piernas a la máxima velocidad posible. Es una fase con una capacidad técnica muy importante.

La pierna de atrás (por estar menos flexionada) se extiende rápidamente, dando paso al trabajo más largo de la pierna adelantada. La cabeza, irá colocada en prolongación del cuerpo, como si estuviéramos mirando unos 4 metros hacia delante.

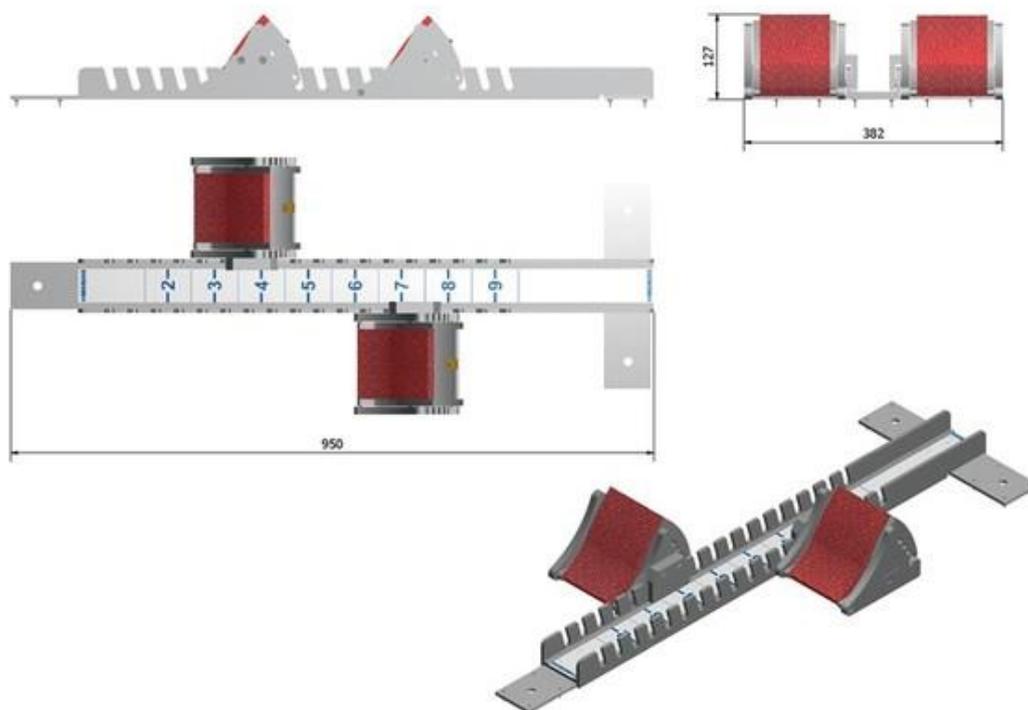
### Transición a los primeros apoyos después de abandonar los tacos

El movimiento de las piernas en los primeros pasos pasa de ser acíclica a cíclica. Después del empujar sobre los tacos, el atleta tiene que preparar un aterrizaje efectivo para seguir desarrollando la aceleración hacia adelante. El primer paso es el más corto, comenzando con un aumento gradual de los pasos de unos 20 cm. cada uno, alcanzando la longitud normal hacia los 13-15 pasos. El movimiento tiene que ser muy activo, enérgico, sin pausas, buscando una aceleración continuada por medio de la elevación enérgica de la pierna libre y la extensión simultánea de la otra pierna.

## ¿CÓMO SON LOS TACOS DE SALIDA?

Los tacos de salida reglamentados por la Asociación Internacional de Federaciones de Atletismo (IAAF) están diseñados y fabricados con las siguientes características (15):

- Está compuesto de dos apoyos con una superficie de 188 cm<sup>2</sup>.
- Fabricados en aluminio fundido y recubiertos de pavimento sintético (permitirá el acomodo y uso de las zapatillas de clavos), regulables en 4 posiciones de inclinación mediante el accionamiento de un eje y un fleje de acero inoxidable.
- Una pieza central o corredera de 850 mm. de longitud, fabricada con perfil extrusionado de aluminio anodizado mecanizado, permite 18 posiciones de regulación de cada apoyo.
- En su parte inferior frontal y posterior se montan 2 pletinas metálicas de acero cincadas con 4 y 8 clavos reglamentarios (similares al que se usan en las zapatillas) respectivamente, y en su parte superior un adhesivo calibrado que indica la posición de cada apoyo.



*Figura 2. Tacos de salida Mondo reglamentados por la IAAF. Fuente: Mondo Worldwide.*

## MÉTODOS

### Búsqueda estratégica

La búsqueda de la literatura se hizo durante el mes de marzo del 2020. Las bases de datos utilizadas para dicha búsqueda fueron: PubMed, Semantic Scholar y Base. Los artículos escogidos para la revisión fueron los artículos de habla inglesa.

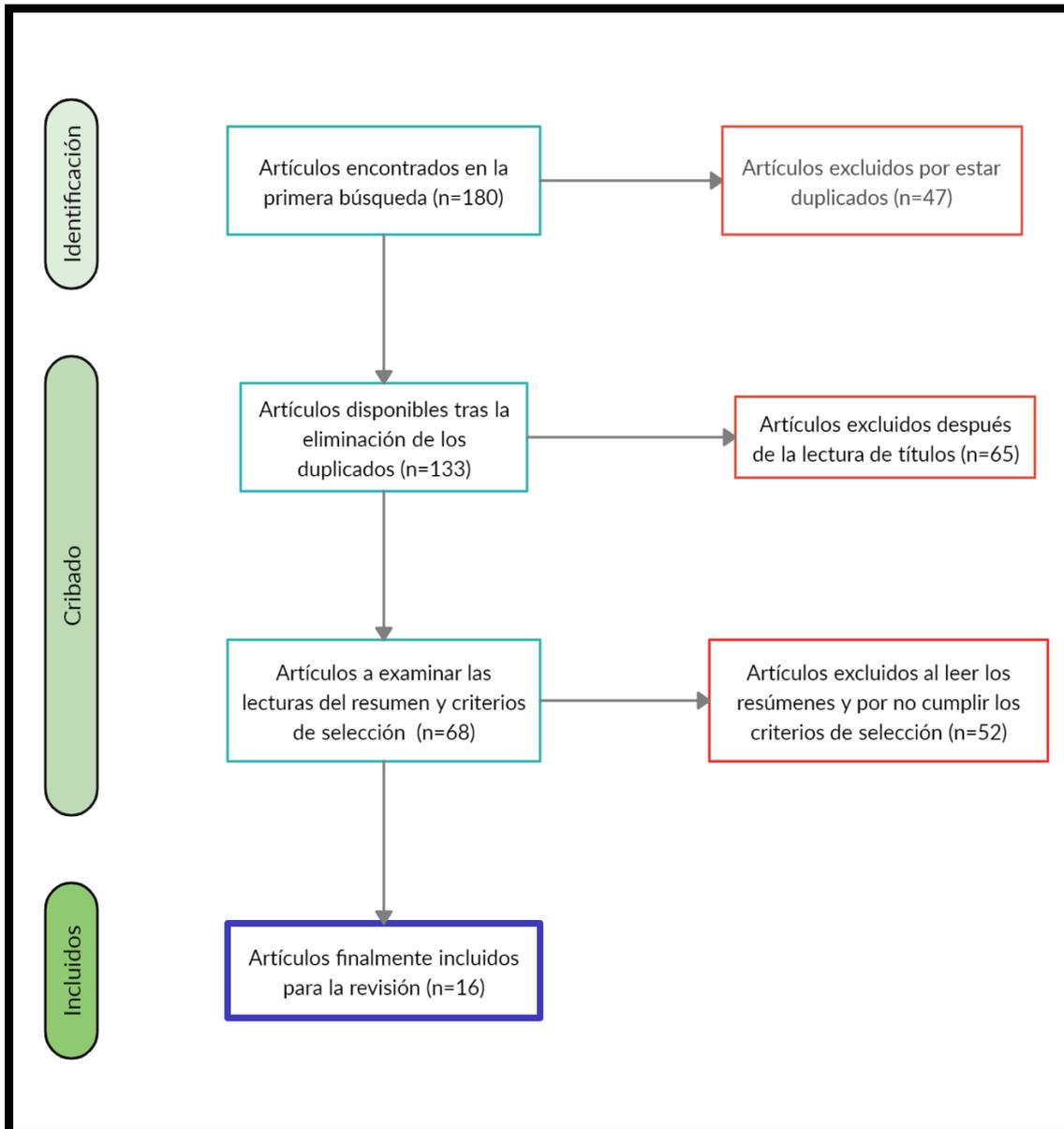
Las fórmulas de búsqueda en las bases de datos estuvieron dirigidas con el fin de encontrar los artículos más apropiados y específicos al tema en concreto. Se usaron varios operadores booleanos junto con las palabras más significativas de la revisión (“track and field” AND “blocks start”, “blocks start” OR “sprint start”).

### Criterios de inclusión

Para una buena elección final de los artículos se establecieron unos requisitos para garantizar una correcta selección: 1) Más de 1 sujeto en la muestra. 2) Las pruebas debían de contener salidas de tacos. 3) Los atletas debían ser velocistas y tenían que tener experiencia en las salidas de tacos. 4) Los atletas tenían que tener una edad que comprendiera entre los 18 – 40 años. 5) La recogida de resultados tenía que ser con aparatos de medición electrónicos y no manuales.

### Evaluación de calidad del título/resumen y colección de estudios

De primeras se encontraron 180 artículos relacionados. De todos los artículos buscados 47 de ellos estaban duplicados. Tras la lectura de los títulos de los artículos restantes 65 fueron excluidos porque no estaban tan relacionados con las especificaciones de la revisión. De este modo, quedaron reunidos 68 artículos como elegibles. Después de haber establecido los criterios de selección, leído los títulos y haber hecho la lectura de los resúmenes se acabaron escogiendo finalmente 16 artículos de los 180 inicialmente encontrados como relevantes para realizar la revisión. (Figura 3)



**Figura 4.** Diagrama de flujo de la estrategia de búsqueda y selección de artículos

## Nivel de evidencia y calidad de los estudios

La escala PEDro consta de 11 ítems relacionados con el rigor científico. El objetivo del uso de esta escala es para maximizar la eficacia de la búsqueda de los artículos. Dentro de los 11 ítems hay 3 (5, 6 y 7) que están enfocados a estudios en los que a los participantes no se les dan todas las informaciones completas, es por ello que esos 3 ítems serán excluidos. Cada ítem vale 1 punto, el máximo de ítems que podrán sumarse serán 8. La media en esta revisión ha sido de 5,25 puntos. (Tabla 1)

**Tabla 1.** Calificaciones de la base de datos (PEDro) y niveles de evidencia Oxford de los estudios

Estudio	1	2	3	4	5	6	7	8	Total
Bezodis et al. (6)	1	0	0	1	1	1	0	1	5
Bezodis et al. (16)	1	0	0	1	1	1	0	1	5
Brazil et al. (17)	1	0	0	1	1	1	0	1	5
Brazil et al. (18)	1	0	0	1	1	1	0	1	5
Brazil et al. (19)	1	0	0	1	1	1	0	1	5
Cavedon et al. (20)	1	0	0	1	1	1	0	1	5
Coh et al. (21)	1	0	0	1	1	1	1	1	6
Debaere et al. (22)	1	0	0	1	1	1	0	1	5
Debaere et al. (23)	1	0	0	1	1	1	0	1	5
Kovacs et al. (24)	1	0	0	1	1	1	0	1	5
Nagahara et al. (25)	1	0	0	1	1	1	0	1	5
Otsuka et al. (26)	1	0	0	1	1	1	1	1	6
Piechota et al. (27)	1	0	0	1	1	1	1	0	5
Slawinski et al. (28)	1	0	0	1	1	1	0	1	5
Willwacher et al. (29)	1	0	0	1	1	1	1	1	6
Willwacher et al (30)	1	0	0	1	1	1	1	1	6
<b>TOTAL</b>									<b>5,25</b>

*Items en la escala PEDro: 1 = Criterios de elección fueron especificados; 2 = Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos; 3 = La asignación fue oculta; 4 = Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronósticos más importantes.; 5 = Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos.; 6 = Se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control, o cuando esto no pudo ser, los datos para al menos un resultado clave fueron analizados por "intención de tratar"; 7 = los resultados de las comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos 1 resultado clave; 8 = El estudio proporciona medidas puntuales y medidas de variabilidad para al menos 1 resultado clave.*

## RESULTADOS

### Resultados generales de la búsqueda

De acuerdo a la literatura, un comienzo de sprint efectivo depende principalmente del posicionamiento de los tacos de salida y el centro de gravedad del cuerpo en el conjunto de la posición (31, 32, 33), junto con el tiempo y la velocidad del despegue de los tacos, la fuerza generada en ambos tacos y la aceleración (8, 34, 35, 36).

Los resultados se han separado en los diferentes aspectos clave que evidencian los artículos para mejorar la salida de tacos.

### Espacio entre tacos

La importancia del posicionamiento y espacio entre los tacos delantero y trasero en el movimiento del sprint durante la fase de empuje sobre los tacos ha sido ampliamente investigada en varios estudios (6, 28, 35, 36, 37, 38).

Entre ellos, (28) comprobó que las salidas con una distancia “media” 36,8-40,3cm era la más óptima para alcanzar mejores movimientos técnicos y velocidades angulares de las articulaciones. Midió el efecto que producía la modificación de 3 tipos de salidas diferentes enfocados en de la distancia entre taco delantero y taco trasero (cercana, media o alejada) y la distancia “media” fue la más óptima.

En el siguiente estudio (20) se evidenció que en función de la antropometría (longitud de piernas) de los atletas en la que el 60% de la distancia entre el maléolo lateral externo y el trocánter mayor del atleta era la distancia a la que se colocaba el taco delantero respecto a la línea de inicio y el 45% de la distancia entre el maléolo lateral externo y el trocánter mayor era la distancia a la que se colocaba el taco trasero respecto al taco delantero, obtenían mejores resultados en las salidas, concluyendo que la distancia del taco delantero respecto a la línea de salida podría ser un determinante cinético y cinemático. El 45% de distancia entre tacos es un valor muy similar al anteriormente mencionado en (28) de 36,8-40,3cm.

La técnica de inicio está muy influenciada por la configuración de las posiciones de los tacos con respecto al espaciado entre ambos (20, 28, 34, 35, 39), pero (6) demostró que "No se recomienda una sola posición de ajuste óptima" para todos debido a la variedad de factores físicos y, por lo tanto, los velocistas generalmente encuentran su

propia distancia preferida entre los bloques según sensaciones o resultados. Aun así, hay algunos factores, como los que se han mencionado, que teniéndolos en cuenta se nos puede hacer más fácil encontrar una posición adecuada de salida.

Las salidas modificadas antropométricamente (20) conducen a una disminución de los ángulos de las articulaciones de la cadera delantera, la rodilla delantera y el tobillo trasero y un aumento en los ángulos de la articulación de la cadera y la rodilla traseras. Basado en la literatura (6, 40, 41, 42, 43), es razonable suponer que estos cambios posturales en la posición establecida según la antropometría, podría estar asociada con una mejora en el rendimiento de empuje sobre los tacos.

No hay mucha investigación al respecto, pero la inclinación de los tacos también puede ser importante. Un pie trasero más elevado está asociado a una mayor fuerza horizontal entre velocistas. También ponen el foco de atención en que la dorsiflexión inicial puede ser importante y en (44) se estudió que una menor angulación en la dorsiflexión del tobillo aumentaba el rendimiento.

### Importancia de la cadera

La colocación y una posición adecuada sobre los tacos es muy importante para poder generar fuerza en la extremidad inferior de la manera más eficiente y eficaz posible. Conseguir una correcta posición que acerque al atleta a conseguir un mayor rendimiento en el empuje sobre los tacos será clave. Los siguientes estudios (6, 18, 25) dan algunas consideraciones en cuanto a la posición de los atletas, sobre todo, a favor de la elevación de la cadera.

En (18) la articulación de la cadera fue, en ambas piernas, la más determinante en el momento del empuje al abandonar los tacos. (6) también observó una correlación entre la potencia generada y la velocidad angular en ambas caderas. Una extensión relativamente rápida de las caderas puede ser importante para aumentar la generación de fuerza desde el inicio del movimiento, generando una potencia que se transfiere por la pierna delantera en particular. Por ello, sugieren que la capacidad de extender rápido ambas caderas debería ser una de las primeras cosas que enseñar de cara al aspecto técnico. Basándonos en los hallazgos de otro estudio (28), se conseguirá que la velocidad angular de la cadera delantera y trasera puede ser modificada al cambiar la distancia entre tacos.

Este otro estudio (25) estaba también a favor de la elevación de la cadera. Vio que la mejor posición de COP (centro de presión) para obtener mejores resultados de potencia sobre los tacos en la salida, independientemente de la angulación de los tacos, era colocar un COP alto (subiendo la cadera) y cercano a la posición media entre los tacos por encima del talón del primer taco, aunque concluyó recomendando probar esto en atletas de niveles más altos a los analizados.

### Importancia de rodillas y tobillos

Después del despegue de los tacos de salida, el atleta tiene que preparar un aterrizaje efectivo para seguir desarrollando la aceleración de la carrera. Los próximos estudios (18, 19, 22, 23) nos dan indicaciones sobre la importancia de los tobillos y las rodillas a tener en cuenta desde el momento de empujar los tacos hasta los primeros apoyos de la carrera.

En el siguiente estudio (19) recomiendan prestar atención, a parte de las caderas, a la colocación de tobillos y rodillas. Expresando mayor importancia a las extensiones de tobillo trasero y rodilla y cadera delanteras. Aseguran que un tobillo rígido ayuda a la aplicación de fuerza efectiva en un tiempo mínimo.

Al empujar los tacos en (18), los tobillos y las caderas actuaron como propulsores, pero los tobillos en menor medida y las rodillas actuaron como estabilizadoras de la postura. En el primer apoyo, los papeles de caderas y tobillos se cambiaron, siendo así el tobillo el principal propulsor vertical y horizontal. Respecto a la rodilla se mostró el importante papel generador de energía que tiene durante el primer apoyo.

El siguiente estudio (22) analizó los detalles técnicos desde que se abandonan los tacos hasta que se realizan los primeros apoyos de carrera. Los resultados mostraron al igual que en (18) que los extensores de rodilla, jugaban un papel fundamental para que la transición de tacos al primer apoyo en el suelo fuera efectiva. La rodilla en este primer apoyo representó el 31% de la generación de energía en la extremidad inferior, sobre todo para llevar el cuerpo hacia la posición vertical. La potencia máxima en este primer apoyo es generada por la cadera (54%), seguida de la rodilla (31%) y tobillo (15%). Esto también concordó con (50), quien también sugirió un importante papel de la rodilla durante el primer apoyo. que en el primer apoyo la rodilla estabilizó.

Desde el segundo apoyo en adelante la articulación extensora de la rodilla solo representó el 9% de la potencia total generada para avanzar en la carrera, la importancia del tobillo era del 38% y el 53% de la cadera. Esto concuerda con otros estudios que presentaron datos similares en la distribución de energía generada durante el segundo apoyo (cadera: 35%, rodilla: 17%, tobillo: 48%; (47)), aceleración (cadera: 35%, rodilla: 17%, tobillo: 48%; (48)), y velocidad máxima (cadera: 39%, rodilla: 17%, tobillo: 44%; (49)).

El próximo estudio (23) apoyó a la articulación del tobillo como el principal contribuyente a la propulsión y a la elevación del cuerpo durante los 2 primeros apoyos. Se relacionó la contribución de fuerza de las articulaciones del tren inferior con el posicionamiento vertical del centro de masas, en los 2 primeros apoyos de carrera tras abandonar los tacos de salida. El papel principal de la rodilla en función al centro de masas en el primer apoyo era importante para facilitar la subida del cuerpo a la posición vertical. El papel del tobillo era contribuir en la propulsión del cuerpo hacia adelante, pero también subir el cuerpo a la posición vertical. Por último, la cadera, así como se creía en otros estudios, apenas contribuyó en la subida y propulsión del centro de masas.

### Dirección de la fuerza

Es importante generar niveles de fuerza altos en ambas piernas durante un periodo de tiempo lo más corto posible y además de eso, dirigir la fuerza generada en un ángulo horizontal (16, 26, 29, 30) para conseguir una aceleración mayor.

En este artículo (16) se estudió la cinética de las articulaciones de la extremidad inferior y la producción de fuerza externa y fuerza horizontal promedio y concluye diciendo que maximizar la fuerza horizontal promedio total parece ser la característica clave del rendimiento exitoso de una salida de tacos. Los estudios siguientes respaldan esta misma conclusión y además subrayan la aplicabilidad de la correcta técnica.

Los atletas analizados en (26) dieron valores de fuerza parecidos sobre el suelo, pero los entrenados dirigiendo la fuerza en un ángulo más inclinado, siendo así también, capaces de acelerar más rápido. Como la magnitud de la fuerza no fue la gran diferenciadora, dieron importancia a la capacidad técnica de saber dirigir la fuerza aplicada hacia el ángulo óptimo horizontal.

Apoyando el estudio anterior, (30) tuvo como resultado que los mejores velocistas fueron capaces de orientar la fuerza contra el suelo en una dirección más horizontal. También vuelven a matizar que no solo el rendimiento de la salida viene dado por una generación de fuerza más alta, sino que también viene dada por saber cómo aplicar la técnica correctamente.

En (29) se analizó las fuerzas de empuje de una amplia gama de velocistas masculinos y femeninas. Se observó que los atletas de clase mundial se preocupan de abandonar los tacos en el menor tiempo posible produciendo niveles de fuerza horizontales similares en ambos tacos. Los atletas de clase mundial mostraron niveles de fuerza y potencia mayores en un tiempo muy corto, tenían un RFD (fuerza producida por unidad de tiempo) más alto. Eran capaces de producir más fuerza en menos tiempo.

### Mayor importancia del taco trasero o taco delantero.

Los estudios observados no se decantan por un taco en concreto, ambos tacos son importantes. Cada taco tiene su responsabilidad y ambos tacos son dependientes uno del otro para realizar una buena salida.

En (30) se estudió las relaciones entre las fuerzas aplicada en tacos y el rendimiento en la salida. Se observó que un mejor resultado inicial estaba asociado a una alta producción de fuerza en ambos tacos en un periodo de tiempo más corto. La fuerza explosiva fue una capacidad importante para un rendimiento exitoso.

En el siguiente artículo, (21) se examinaron las diferencias cinéticas y cinemáticas del comienzo de la carrera entre velocistas de diferentes niveles. Los atletas de mayor nivel mostraron índices de fuerza más altos en los tacos de salida. Se observaron diferencias en la fuerza total generada en los tacos traseros entre ambos grupos, pero los velocistas más rápidos eran capaces de reducir la diferencia de fuerzas realizadas entre ambos tacos, es decir, son capaces de optimizar mejor la distribución de fuerza entre los dos tacos.

Los resultados de (16) mostraron que la generación de fuerza en el taco trasero fue la más significativa en cuanto a mejor rendimiento. Pero sin obviar la contribución del taco delantero, ya que este contribuye alrededor del 74% del impulso total en la fase de empuje. La máxima producción de fuerza en ambos tacos sería un gran indicador de

rendimiento, no tanto la dirección a la que se haga, aunque si es mejor que la dirección que se obtenga sea más horizontal.

En (17) se estudió las características técnicas de la producción de fuerza en la salida de tacos y diferenció también el trabajo entre el taco delantero y trasero. Se observó que había diferencias en la producción de fuerza entre ambos tacos. El taco delantero era importante de cara al rendimiento en la generación de fuerza horizontal, vertical y total. Sin embargo, las fuerzas en el taco trasero no dieron como resultado un determinante del rendimiento. Así que, según este estudio, ambos tacos son dependientes uno del otro porque la aplicación de la fuerza en un ángulo más horizontal en el taco trasero seguido de la producción de fuerza en el taco delantero, puede ser un punto diferenciador de rendimiento entre atletas.

En el siguiente estudio (29) la diferencia entre velocistas entrenados lentos masculinos y velocistas entrenadas rápidas femeninas no tuvo diferencias significativas en la producción de fuerza sobre los tacos y esto podía ser porque tienen la capacidad de producir niveles de fuerza similares o por una correcta aplicación técnica. Del mismo modo (17) sugiere lo mismo, tanto la magnitud de fuerza como la correcta técnica direccionada, son importantes de cara a una buena salida, por lo que los dos tacos son importantes sin decantarse solo por uno.

En (19) no se vio muy clara la aplicación de mayor fuerza en un taco o en otro, por lo tanto, comentan que los atletas pueden tener preferencias individuales sobre la producción de fuerza en el taco trasero o delantero. Es difícil mostrar los mecanismos que sustentan la preferencia individual por la producción de fuerza en taco delantero o trasero (quizá porque ambos importan) aunque las diferencias en la posición establecida y la capacidad neuromuscular de cada pierna podrían ser vías interesantes para futuras investigaciones. La falta de dominio del bloque delantero o trasero está de acuerdo con (16, 17, 21, 29, 30), por lo que se podría concluir en que ambos son importantes.

### Mejora de la reacción del atleta

Cada persona tiene una capacidad de reaccionar diferente, unos son capaces de reaccionar más rápido que otros. Lo importante es conseguir alcanzar la máxima capacidad de cada uno para mejorar la respuesta en la salida. En la medición del tiempo de los procesos mentales (45), divide en tres las etapas durante las que tiene lugar el tiempo fisiológico. En primer lugar, la aferencia desde el órgano sensorial hasta el

cerebro; en segundo lugar, la concepción, discriminación y decisión voluntaria; en tercer lugar, la aferencia o ejecución de la respuesta.

Los siguientes estudios mostraron alguna estrategia para mejorar el tiempo de reacción de los atletas en las salidas de tacos.

En (27) se vio como gracias a la menor activación muscular en la posición de “listos” los atletas pueden conseguir tiempos de reacción más rápidos. Los atletas entrenados, esperando a la señal del disparo, solo activan los músculos necesarios para mantener la postura y producir el empuje óptimo: tríceps braquial, bíceps braquial, recto femoral y vasto lateral de ambas piernas. Los atletas entrenados también consiguen tiempos de reacción menores en la salida y mayor activación de unidades motrices y grupos musculares en la carrera (destacando la capacidad técnica en ambos momentos).

En este otro estudio (24), encontramos como las salidas con atención en el foco externo mejoran la respuesta y tiempo de reacción en la salida. Al contrario de lo que se pensaba, gracias a una encuesta realizada durante el campeonato nacional de EEUU, se vio que el 84.6% de los entrenadores usan señales que instruyen a los atletas a poner el foco de atención interno en las salidas y que el 69.2% de los atletas utilizan el foco de atención interno durante la competición (46) sin instrucciones adicionales dadas. Por eso este estudio quiso averiguar realmente donde había que poner el foco de atención durante una salida de tacos para conseguir una mejor reacción al disparo y el resultado fue realmente curioso.

**Tabla 2.** Características generales de los estudios y los participantes.

Artículo	Muestra	Edad	Marcas 100m	Salidas	Nivel/Experiencia	Objetivo	Resultados
<i>Bezodis et al. (6)</i>	23	20 ± 1	11.37s ± 0.37s	2x60 metros	Entrenados	Identificar las características de las fuerzas de reacción contra el suelo (GRF).	La generación de fuerza sobre el taco trasero fue el más significativo para predecir mejor rendimiento, pero la fuerza sobre ambos tacos también era un buen predictor.
<i>Bezodis et al (16)</i>	16	21	9.98s – 11.6s 10.95s ± 0.51s	3x30 metros	Clase mundial y universitario	Estudiar la cinemática de las extremidades inferiores y explicar técnica adecuada.	Rendimiento asociado a niveles de fuerza en ambos tacos en función de la colocación de la cadera. Extender caderas en “listos”.
<i>Brazil et al. (17)</i>	9	23.7 ± 4.4	10.48 ± 0.28	5-6x10 metros	Entrenados	Investigar la magnitud de las características técnicas en la producción de fuerza en la salida de tacos.	Relación entre taco delantero y fuerza horizontal, vertical y promedio con mayor rendimiento Relación entre taco trasero y dirección de fuerza en ángulo horizontal.
<i>Brazil et al. (18)</i>	10	24 ± 4	10.50 ± 0.27	5-6x10 metros	Entrenados	Examinar la cinética de extremidades inferiores.	En “listos” extensores de cadera eran determinantes en el rendimiento. Tobillo principal foco de fuerza en el inicio del movimiento. Rodilla actúa como estabilizadora para mayor efectividad en el empuje de tacos.

Artículo	Muestra	Edad	Marcas 100m	Salidas	Nivel/Experiencia	Objetivo	Resultados
<i>Brazil et al. (19)</i>	17	23 ± 4	10.67 ± 0.32	5-6x 10 metros		Estudiar la cinética de la extremidad inferior y la producción de fuerza horizontal externa.	Mejores resultados en atletas que mostraron más fuerza horizontal en ambos tacos. Mejoras relacionadas con colocación de tobillo y cadera traseras y tobillo, rodilla y cadera delanteras.
<i>Cavedon et al. (20)</i>	22/20	19.7 ± 2.23 19.36 ± 2.11	10.45 ± 11.30 11.45 ± 12.68	6x10 metros	Nacional Regional	Comparación entre salida habitual y salida antropométrica.	Mejores resultados en salidas enfocadas a la antropometría. Distancia entre tacos posible determinante cinético y cinemático.
<i>Con et al. (21)</i>	12	22.4 ± 3.4	6.87 ± 0.13 / 6.98 ± 0.05 (60m) 10.66 ± 0.18 / 11.00 ± 0.06 (100m)	5x4 metros	Nacional Regional	Determinar diferencias cinéticas y dinámicas.	Los atletas más rápidos mostraron patrones motores de fuerza más altos en el taco trasero.
<i>Debaere et al. (22)</i>	11/10	24.3 ± 1.8 22.8 ± 3.9	10.62 ± 0.18 11.89 ± 0.30	3x10 metros	Entrenados	Estudiar las características técnicas desde tacos a 10 metros.	La fuerza de la rodilla represento el 31% de la total de la extremidad inferior. Cadera y tobillos altos desde el 2º apoyo.
<i>Debaere et al. (23)</i>	2/5		11.10 ± 11.77 12.05 ± 12.36	3x10 metros	Entrenados	Relacionar el centro de masas y la contribución de fuerza en piernas durante los 2 primeros pasos.	Tobillo principal actuador. Rodilla contribuye en elevación del cuerpo en el primer paso. Cadera propulsora en primer paso.

Artículo	Muestra	Edad	Marcas 100m	Salidas	Nivel/Experiencia	Objetivo	Resultados
<i>Kovacs et al. (24)</i>	4/8	20.8 ± 1.7		+15x6 metros	Entrenados	Si promover foco de atención externo es mejor que promover foco de atención interno en la salida.	Las salidas con foco de atención externo, estimuló más la reacción de la salida.
<i>Nagahara et al. (25)</i>	21	20.04 ± 1.4	11.24 ± 0.41	2x60 metros	Entrenados	Buscar la mejor ubicación del centro de presiones en la salida.	Se asocia a una mejora del rendimiento tener una colocación del centro de presiones alto y cercano al talón del primer taco en “listos”.
<i>Otsuka et al. (26)</i>	29	21.6 ± 1.4 21.9 ± 2.0 20.9 ± 2.1	10.87 ± 0.41 11.31 ± 0.42 Sin tiempos	4x10 metros	9 bien entrenados 9 entrenados 11 no entrenados	Ver diferencias de aplicación en magnitud, dirección e impulso de la fuerza de reacción contra el suelo. (GRF).	Todos los atletas dieron valores de fuerza neta parecida, pero los atletas la dirigían en un ángulo más inclinado y eran capaces de acelerar más rápido.
<i>Piechota et al. (27)</i>	54	22.65 ± 2.03 21.03 ± 2.23		3x30 metros	22 entrenados 32 no entrenados	Identificar el patrón de movimiento de la salida de tacos según indicadores electromagnéticos.	Los velocistas generaron más activación muscular al empujar los tacos y tiempos reacción más rápidos. Activación muscular más eficiente en “listos”.

Artículo	Muestra	Edad	Marcas 100m	Salidas	Nivel/Experiencia	Objetivo	Resultados
<i>Slawinski et al. (28)</i>	6/9	21.1 ± 2.7	10.58 ± 0.27 11.61 ± 0.42	9x10 metros	Entrenados	Medir el efecto de la modificación de 3 tipos de salida según la distancia entre los tacos. (cercana, media y alejada).	La distancia media fue la más óptima para alcanzar mejores movimientos técnicos y velocidades angulares de las articulaciones.
<i>Willwacher et al. (29)</i>	99	23.45 ± 2.73 20.40 ± 3.77 18.60 ± 2.50 23.70 ± 4.64 18.22 ± 2.59	10.06 ± 0.28 11.08 ± 0.21 11.69 ± 0.14 11.37 ± 0.22 12.48 ± 0.48	3-5 salidas	Clase mundial Entrenados rápidos Entrenados lentos Entrenadas rápidas Entrenadas lentas	Analizar las fuerzas de empuje de una amplia gama de velocistas.	Los atletas de clase mundial producían niveles de fuerza y potencia mayores en un tiempo más corto. Mayor RFD. Se produjeron fuerzas altas en ambos tacos.
<i>Willwacher et al. (30)</i>	142/7		9.58-14.00	3x20 metros	Entrenados de varios niveles	Observar relaciones entre fuerzas de reacción, rendimiento de salida y marcas personales.	Fuerza explosiva capacidad para un rendimiento exitoso. Fuerza en ambos tacos tuvo mayor rendimiento. Periodos de reacción cortos en mejores atletas. Mejores resultados en velocistas que orientaban la fuerza en dirección horizontal, punto indicador de que la técnica es importante también. Atletas amputados generaron niveles de fuerza más bajos.

## DISCUSIÓN

En esta revisión se han visto varias claves relacionadas entre las diferentes fases de la salida. Hay que tener en cuenta que la mayoría de los participantes de los estudios no sobrepasaban los 24 años y el nivel que presentan es en gran medida experimentado, pero son pocos los resultados con atletas de clase mundial, los cuales, podrían ser los más indicados para mostrar resultados más convincentes dada la experiencia competitiva que llevan a sus espaldas. Aun así, se pueden apreciar datos en común y algunas claves para llevar a cabo en los entrenamientos y mejorar las salidas de tacos.

### Colocación de los tacos

Lo que respecta a la colocación de tacos, 2 artículos estudiados en esta revisión (20, 28) llegan a un mismo punto en común, la distancia entre tacos no tiene que ser ni muy cercana ni muy alejada, sino media. (20) se enfoca más en medir las distancias de colocación de tacos según la antropometría de las piernas del atleta y (28) asocia directamente una distancia media (36,8cm - 40,3cm), la cual se asemeja mucho al 45% de la distancia entre el maléolo externo del tobillo y trocánter mayor que proporcionó (20). Respecto a la angulación de los tacos no se ha evidenciado mucho, pero si es recomendable elevar el taco trasero porque es una opción como mejora de la salida.

Estas variables pueden ser un punto de partida bastante recomendable para los entrenadores y así poder ejecutar cambios en las salidas de los atletas según sus características antropométricas.

### Colocación del atleta en “listos”

En esta fase de la salida, varios de los artículos revisados (6, 18, 25) indican que ambas caderas deben estar altas en la posición de “listos”. Esta posición parece la más adecuada para poder conseguir mayores valores de fuerza sobre los tacos después del disparo ejecutado por el juez de salida. Aparte de eso, (26) también recomienda inclinar el cuerpo ligeramente hacia delante (hacia la línea de salida) para así poder producir una mayor angulación horizontal en la salida y obtener mayores niveles de reacción de fuerza contra el suelo (GRF) en los primeros apoyos de salida.

## Reacción del atleta al estímulo externo “disparo de salida”

Este es un punto de los más interesantes de la revisión. 2 estudios revisados nos dan unas pistas estratégicas para conseguir unos tiempos de reacción más rápidos en el momento del disparo del juez de salida. Según los resultados de (27) los entrenadores deberían enseñar a sus atletas a ser capaces de sentir más cada músculo de su cuerpo para aprender a activar la musculatura necesaria en la posición de “listos” ya que esto les ayuda a conseguir una salida más rápida gracias a la desactivación de músculos innecesarios para ese momento. Conseguirán producir la fuerza óptima sobre los tacos y además en un tiempo de respuesta menor. (24) recomienda otra estrategia y es la de poner atención en un foco externo en el momento previo al disparo ya que mejora la capacidad de reacción en tacos.

En este aspecto sería recomendable interiorizar primero el aprendizaje de saber activar la musculatura necesaria en “listos” y después aprender a poner el foco de atención en algún punto externo para tener un tiempo de reacción mejor.

## Empuje del atleta sobre tacos

En esta fase también hay puntos en común entre investigadores. Los estudios (16, 17, 19, 21, 29, 30) determinan que, la generación de niveles de fuerza altos sobre los tacos, son determinantes para conseguir un buen rendimiento en la salida. Estos niveles de fuerza también están de acuerdo en que son necesarios obtenerlos en el mínimo tiempo posible. También dan importancia a la generación de fuerza en un ángulo más inclinado para favorecer la transmisión de fuerza en el vector horizontal, es decir, buena técnica.

Respecto a que taco es el más importante para la generación de fuerzas, en el fondo, ninguno se ha decantado por uno en especial. Ambos tacos son dependientes uno del otro. En (17) el taco delantero obtuvo niveles de fuerza más altos respecto al trasero, pero el taco trasero era el encargado de dirigir esa fuerza en un mejor ángulo, así que ambos eran determinantes. En (16) en cambio, el taco trasero era el que obtuvo mayores niveles de fuerza, pero no obvia el taco delantero dado que el tiempo que el pie participa apoyado en ese taco es el 74% del tiempo total desde el disparo hasta el abandono de ambos tacos. En los artículos de (21, 30) los atletas de clase mundial obtenían niveles de fuerza altos en ambos tacos, estos son capaces de optimizar mejor ese reparto de fuerzas (21) y se centran en abandonar los tacos lo antes posible (29), dato que podría estar acorde

con (24) en poner atención en un foco externo para conseguir una respuesta en la salida más rápida.

Por último (17, 29, 30) destacan la importancia de una buena técnica para poder manejar los niveles de fuerza altos y poder conseguir salidas más eficientes y efectivas.

### Transición a los primeros apoyos después de abandonar los tacos

Varios artículos destacan la importancia de los tobillos, las rodillas y las caderas en los 2 primeros apoyos después de despegar los tacos. (18, 22, 23) dan como máximo responsable al tobillo en el primer apoyo como principal propulsor de fuerza. Con ese dato es muy recomendable entrenar el stiffness (rigidez) de la articulación del tobillo de nuestros atletas. Dentro de este primer apoyo la otra articulación que cobra importancia es la rodilla (18, 22, 23) ya que actúa como estabilizador de la postura y es ayudante para llevar el cuerpo a la posición vertical. A partir del segundo apoyo (16) son la cadera y el tobillo quienes se encargan de generar la propulsión durante la carrera.

## **CONCLUSIÓN**

Con esta revisión podemos ver que la salida de tacos tiene varias claves y que cada una tiene su granito de importancia. Las diferentes posiciones de todas las fases dependen una de otra, al igual que los dos tacos dependen uno del otro también, ambos son protagonistas en sus respectivas funciones.

Las recomendaciones más importantes en esta revisión serían: obtener una distancia media entre ambos tacos (según la antropometría de la extremidad inferior del atleta), elevar altas ambas caderas, aprender a activar la musculatura necesaria en la posición de “listos”, poner un foco de atención externo previo al disparo, empujar fuerte los tacos consiguiendo niveles de fuerza altos en el menor tiempo posible, dirigir la fuerza horizontal en un ángulo inclinado (técnica) y tener las articulaciones tanto de tobillos, rodillas y caderas bien entrenadas para conseguir que, sobre todo, los primeros metros de salida sean técnicamente bien ejecutados y así conseguir una salida de tacos “general” los más eficiente y efectiva posible.

Puede que el acceso a ellos no sea fácil, pero sería conveniente realizar más investigaciones a y entre atletas de élite, ya que como sus resultados demuestran, son los que más especializados y preparados están en las salidas de tacos. Es con ellos como podríamos acercarnos más al máximo rendimiento en esta fase de la carrera de velocidad

de 100 metros, sin olvidar que una buena salida depende mucho de las características fisiológicas y antropométricas del atleta.

## BIBLIOGRAFÍA

1. González-Badillo, J., y Gorostiaga-Ayestarán, E. (2002). Fundamentos del entrenamiento de la fuerza. Barcelona: INDE.
2. Balsalobre-Fernández, C., y Jiménez-Reyes, P. (2014). Entrenamiento de fuerza: nuevas perspectivas metodológicas: iBooks.
3. García Manso, J., Navarro Valdivieso, M., Ruiz Caballero, J., y Martín Acero, R. (1997). La velocidad. Madrid: Gymnos.
4. Baumann, W. (1976). Kinematic and dynamic characteristics of the sprint start. *Biomechanics VB*, 194-199.
5. Mero, A. (1988). Force-time characteristics and running velocity of male sprinters during the acceleration phase of sprinting. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 59(2), 94-98.
6. Bezodis, N. E., Salo, A. I. T., & Trewartha, G. (2015). Relationships between lower-limb kinematics and block phase performance in a cross section of sprinters. *European Journal of Sport Science*, 15(2), 118-124.
7. Tellez, T., & Doolittle, N. D. (1984). Technique analysis: sprinting-from start to finish.
8. Fortier S, Basset FA, Mbourou GA, Fave ´rial J, Teasdale N. Starting block performance in sprinters: a statistical method for identifying discriminative parameters of effect of providing feedback over a 6-week period. *J Sports Sci Med*. 2005; 4, 134–143.
9. Čoh, M., Peharec, S., Bačić, P., & Kampmiller, T. (2009). Dynamic factors and electromyographic activity in a sprint start. *Biology of Sport*, 26(2), 137-147.
10. Bezodis, I. N., Brazil, A., von Lieres und Wilkau, H. C., Wood, M., Paradisis, G. P., Hanley, B., ... & Walker, J. (2019). World-class male sprinters and high hurdlers have similar start and initial acceleration techniques. *Frontiers in Sports and Active Living*, 1, 23.
11. Carlos Alberto Cordente Martínez. (29 de enero de 2017). 9.- Técnica de carrera: La salida de tacos [Archivo de Vídeo]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=8fs049EWfvw>

12. Cruz, A (1991). Historia mundial del atletismo (1987-1990). Revista atletismo español. R.F.E.A. Madrid.
13. Fernández, J. P. (2005). Evolución y Análisis de la Salida Agrupada en la Carrera Atlética de Velocidad. Revisado el 13 de diciembre de 2012, recuperado de <https://publice.info/articulo/evolucion-y-analisis-de-la-salida-agrupada-en-la-carrera-atletica-de-velocidad-445-sa-p57cfb27145f69>
14. Galilea, B., & Roca, J. (1983). Tiempo de reacción y deporte: una aproximación empírica. *Apunts Medicina de l' Esport (Castellano)*, 20(078), 119-123.
15. Mondo Worldwide.  
[http://www.mondoworldwide.com/na/es/equipment/taco\\_de\\_salidas/](http://www.mondoworldwide.com/na/es/equipment/taco_de_salidas/)
16. Bezodis, N. E., Walton, S. P., & Nagahara, R. (2019). Understanding the track and field sprint start through a functional analysis of the external force features which contribute to higher levels of block phase performance. *Journal of sports sciences*, 37(5), 560-567.
17. Brazil, A., Irwin, G., Exell, T., Bezodis, I., Wilson, C., & Willwacher, S. (2015). Magnitude and technical characteristics of external force production in the starting blocks: Relationship with performance. In *ISBS-Conference Proceedings Archive*.
18. Brazil, A., Exell, T., Wilson, C., Willwacher, S., Bezodis, I., & Irwin, G. (2017). Lower limb joint kinetics in the starting blocks and first stance in athletic sprinting. *Journal of sports sciences*, 35(16), 1629-1635.
19. Brazil, A., Exell, T., Wilson, C., Willwacher, S., Bezodis, I. N., & Irwin, G. (2018). Joint kinetic determinants of starting block performance in athletic sprinting. *Journal of sports sciences*, 36(14), 1656-1662.
20. Cavedon, V., Sandri, M., Pirlo, M., Petrone, N., Zancanaro, C., & Milanese, C. (2019). Anthropometry-driven block setting improves starting block performance in sprinters. *PloS one*, 14(3).
21. Čoh, M., Peharec, S., Bačić, P., & Mackala, K. (2017). Biomechanical differences in the sprint start between faster and slower high-level sprinters. *Journal of human kinetics*, 56(1), 29-38.

22. Debaere, S., Delecluse, C., Aerenhouts, D., Hagman, F., & Jonkers, I. (2013). From block clearance to sprint running: characteristics underlying an effective transition. *Journal of Sports Sciences*, 31(2), 137-149.
23. Debaere, S., Delecluse, C., Aerenhouts, D., Hagman, F., & Jonkers, I. (2015). Control of propulsion and body lift during the first two stances of sprint running: a simulation study. *Journal of sports sciences*, 33(19), 2016-2024.
24. Kovacs, A. J., Miles, G. F., & Baweja, H. S. (2018). Thinking outside the block: External focus of attention improves reaction times and movement preparation times in collegiate track sprinters. *Sports*, 6(4), 120.
25. Nagahara, R., & Ohshima, Y. (2019). The location of the center of pressure on the starting block is related to sprint start performance. *Frontiers in Sports and Active Living*, 1, 21.
26. Otsuka, M., Shim, J. K., Kurihara, T., Yoshioka, S., Nokata, M., & Isaka, T. (2014). Effect of expertise on 3D force application during the starting block phase and subsequent steps in sprint running. *Journal of Applied Biomechanics*, 30(3), 390-400.
27. Piechota, K., Borysiuk, Z., & Błaszczyszyn, M. (2017). Pattern of movement and the pre-and post-start activation phase during the sprint start in the low-distance athletic run. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 17(6), 948-960.
28. Slawinski, J., Dumas, R., Cheze, L., Ontanon, G., Miller, C., & Mazure-Bonnefoy, A. (2013). Effect of postural changes on 3D joint angular velocity during starting block phase. *Journal of sports sciences*, 31(3), 256-263.
29. Willwacher, S., Herrmann, V., Heinrich, K., & Brüggemann, G. P. (2013, August). Start block kinetics: what the best do different than the rest. In *ISBS-Conference Proceedings Archive*.
30. Willwacher, S., Herrmann, V., Heinrich, K., Funken, J., Potthast, W., Bezodis, I., ... & Brüggemann, G. (2015). Sprint Start Kinetics: Comparison of amputee and non-amputee sprinters. In *ISBS-Conference Proceedings Archive*.

31. Coppenolle H, Delecluse C, Goris M, Diels R, Kraayenhof, H. An evaluation of the starting action of world class female sprinters. *Track Tech.*, 1990; 90: 3581-3582.
32. Korchemny R. A new concept for sprint start and acceleration training. *New Stud Athl.*, 1992; 7(4): 65-72.
33. Schot P, Knutzen K. A Biomechanical Analysis of Four Sprint Start Positions. *Res. Q. Exerc. Sport.*, 1992; 63(2): 137-147.
34. Guissard N, Hainaut K. EMG and mechanical changes during sprint start at different front block obliquities. *Med Sci Sports Exerc.*, 1992; 24(11): 1257-1263.
35. Harland M, Steele J. Biomechanics of the Sprint Start. *Sports Med.*, 1997; 23(1): 11-20.
36. Mero A, Kuitunen S, Harland M, Kyrolainen H, Komi P. Effects of muscle – tendon length on joint moment and power during sprint starts. *J Sports Sci.*, 2006; 24(2): 165-173.
37. Slawinski J, Dumas R, Cheze L, Ontanon G, Miller C, Mazure-Bnnefoy A. 3D kinematic of bunched, medium and elongated sprint start. *Int J Sports Med.* 2012; 33, 555–560.
38. Stock M. Influence of various track starting positions on speed. *Res Quart.* 1962; 33, 607–614.
39. Dickinson AD. The effect of foot spacing on the starting time and speed in sprinting and the relation of physical measurements to foot spacing. *Res Quart.* 1934; 5, 12–19.
40. Čoh M, Jos ťt B, Š ťkof B, Tomaz ťin K, Dolence A. Kinematic and kinetic parameters of sprint start and start acceleration model of top sprinters. *Gymnica.* 1998; 28, 33–42.
41. Ciacci S, Merni F, Bartolomei S, Di Michele R. Sprint start kinematics during competition in elite and world-class male and female sprinters. *J Sport Sci.* 2017; 35, 1270–1278.

42. Mero A, Luhtanen P, Komi PV. A biomechanical study of the sprint start. *Scand. J Sports Sci.* 1983; 5, 20–26.
43. Schro ¨dter E, Bru ¨ggemann, Willwacher S. Is soleus muscle-tendon-unit behavior related to groundforce application during the sprint start? *Int J Sports Physiol Perform.* 2017; 12, 448–454.
44. Bezodis, N. E., Trewartha, G., & Salo, A. I. T. (2015). Understanding the effect of touchdown distance and ankle joint kinematics on sprint acceleration performance through computer simulation. *Sports Biomechanics*, 14(2), 232-245.
45. Bernia, J. (1981). *Tiempo de reacci3n y procesos psicol3gicos*. Valencia: Nau Llibres.
46. Porter, J.M.; Wu, W.F.W.; Partridge, J.A. Focus of attention and verbal instructions: Strategies of elite track and field coaches and athletes. *Sport Sci. Rev.* 2010, 19, 199–211.
47. Jacobs, R. (1992). Intermuscular coordination in a sprint push-off. *Journal of Biomechanics*, 25, 953–965.
48. Johnson, M.D. (2001). Muscle power patterns in the midacceleration phase of sprinting. *Journal of Sports Sciences*, 19, 263–272.
49. Bezodis, I., Kerwin, D.G., & Salo, A. (2008). Lower-limb mechanics during the support phase of maximum-velocity sprint running. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 40, 707–715.
50. Charalambous, L., Irwin, G., Bezodis, I., & Kerwin, D.G. (2012). Lower limb joint kinetic and ankle joint stiffness in the sprint start push-off. *Journal of Sports Sciences*, 30, 1–9.