



**Universidad  
Andrés Bello**

Universidad Andrés Bello

Facultad de Educación

Carrera de Educación Física

**EFFECTO AGUDO DE LA ADMINISTRACIÓN DE  
CAFEÍNA SOBRE LA HABILIDAD DE REPETIR  
SPRINTS EN SUJETOS FÍSICAMENTE ACTIVOS.**

**Seminario para optar al Título de Profesor de Educación Física para la Educación  
General Básica y al Grado Académico de Licenciado en Educación**

**Nombre alumnos:**

Jonathan Lillo Aguilera

Alejandro Morales Salas

Carlos Nacrur Estefane

Nicolás Olivares Moraga

**Profesor Guía:**

M.Sc. Carlos Sepúlveda Guzmán.

**Santiago – Chile**

**Diciembre 2014**

## **AGRADECIMIENTOS**

Alejandro Morales:

En primera instancia quiero agradecer a mis padres María del Pilar Salas y Augusto Morales por hacer posible este sueño de ingresar a la Universidad, por el apoyo económico que me brindaron y por todo lo que me han entregado en este largo y arduo proceso, amor, valores, consejos y críticas, que sin duda alguna me ayudaran para ser una mejor persona y un gran profesional.

Agradecer a mi polola Elizabeth Lara que fue un pilar fundamental dentro de este proceso, con la cual siempre pude contar en los buenos y malos momentos, siendo un apoyo importantísimo e incondicional para poder sacar adelante esta etapa.

A mis compañeros y amigos de tesis Jonathan Lillo y Nicolás Olivares ya que fue un periodo de trabajo muy duro y a veces estresante pero a pesar de todo pudimos llevarlo a cabo de buena manera. Por los buenos momentos y experiencias vividas durante todo este proceso universitario y por su gran amistad.

A nuestro profesor guía Carlos Sepúlveda el cual nos brindó su ayuda y apoyo en todo momento y nos orientó de buena manera para poder sobrellevar este proceso de tesis. Más que un profesor se transformó en un gran compañero de trabajo.

Para finalizar quisiera agradecer a grandes profesores que tuve durante la duración de la carrera, por todo el conocimiento que me entregaron y su gran motivación brindada y que sin lugar a dudas marcaron para siempre este ciclo.

Carlos Nacur:

En primer lugar a mis padres Alicia Estefane y Abraham Nacur por todo su apoyo durante esta nueva carrera que decidí elegir, por su amor en todo momento, sus consejos y la educación que me han dado con tanto esfuerzo, forjando mis valores para afrontar la vida y estar preparado para ser un profesional de la Educación Física, de la vida saludable y activa.

A mi familia, hermanos y abuelitas que me han dado todo su apoyo en el tiempo que duro la carrera, dándome el ánimo suficiente para no rendirme y sacar lo mejor de mí y superar los ramos que me costaban.

A mis compañeros de carrera y de tesis Alejandro Morales, Jonathan Lillo y Nicolás Olivares por su comprensión y amistad durante el proceso de tesis debido al mal momento familiar que tuve, supieron darme su apoyo en todo momento y cargaron con la mayor parte del trabajo, sin ellos no podría estar en este proceso final.

A mi profesor de practica Carlos Guldenaar por todo su apoyo y consejos para ser un buen profesional de la Educación física, una persona que siempre estuvo presente en mi practica que es la parte más importante en la carrera para tener una buena formación y experiencia.

A nuestro profesor guía Carlos Sepúlveda que siempre estuvo presente en las reuniones, para darnos su apoyo, su opinión, sus correcciones y el ánimo suficiente para terminar este proceso, destaco también su profesionalismo al preocuparse por nosotros como alumnos, aparte de buen profesor es un gran ser humano.

Por último pero no por eso menos importante a la mayoría de los profesores que me tocaron en esta carrera, gracias a ellos tuve un buen aprendizaje y estoy seguro que me irá bien fuera de la universidad siendo colega de ellos.

Jonathan Lillo:

Primero que todo quiero agradecer a Dios por darme la oportunidad de estudiar, por hacer que todo se diera de buena forma, proporcionándome el conocimiento y la inteligencia suficiente para terminar con este proceso de cuatro años. Por otro lado agradecer eternamente a mi familia por su apoyo incondicional, tanto afectivo como económico. A mi Padre, que siempre me instó a estudiar y ser más en esta vida. A mi Madre, siempre preocupada de mi persona, de que nada faltara y por sus sabios consejos. A mi Hermano también le agradezco por su compañía desinteresada, por ayudarme en todo lo que necesité, por su alegría y buenos momentos que hemos vivido.

Agradecer a mi novia Maribel, que es parte importante del apoyo brindado junto a su familia en este proceso que termina. Ellos también ayudaron a que pudiera estudiar y salir adelante en estos años de carrera. Gracias Maribel por tus consejos, paciencia y amor en estos años que llevamos juntos. Por otro lado, no quiero olvidarme de mis compañeros y amigos que han estado junto a mí a lo largo de todo este tiempo, en especial a dos de ellos. Alejandro y Nicolás, gracias amigos por su lealtad, cariño y buenos momentos que me han hecho pasar, espero después de esto sigamos en contacto por siempre.

Para finalizar, agradecer a todos los profesores que lograron motivarme y sacar lo mejor de mí en estos cuatro años. Especialmente quiero referirme a uno en particular, al Profesor Gerardo Boke, quien generó en mí amar aún más esta linda profesión, sus palabras llegaban profundamente a mi mente cuando nos hablaba de motivar a los niños, jóvenes y adultos. Nos decía siempre en sus charlas que debíamos motivar, formar y por sobre todo ser feliz. Sin duda alguna este Profesor me hizo reflexionar en lo que es ser un Profesor de Educación Física.

Nicolás Olivares:

Para comenzar agradezco a mi familia por su apoyo incondicional en lo que respecta a mis casi 7 años de estudio, primeramente en el instituto profesional AIEP y posteriormente en la Universidad Andrés Bello en donde la formación para el docente es compleja y requiere de gran esfuerzo monetario, moral e intelectual sin mis padres este largo proceso no habría sido posible.

Agradecer a mis amigos que en su mayoría ya pasaron de ser estudiantes a profesionales y con ello una visión distinta de lo que es el campo laboral en todas las áreas de lo que significa realizar una tesis, siempre con un buen consejo, mis dos grandes amigos de la Universidad, Alejandro y Jonathan que me acompañaron y apoyaron en todo momento de manera afectiva no solo en lo personal sino también en lo académico.

Por último el agradecimiento a cada profesor que fue parte mi enseñanza y aprendizaje durante mi título como técnico y ahora como docente de Educación Física.

## ÍNDICE

Introducción.....	9
<b>Capítulo I: Planteamiento del Problema.....</b>	<b>12</b>
1.1 Pregunta de la Investigación.....	12
1.2 Objetivos.....	12
1.2.1 Objetivo general.....	12
1.2.2 Objetivos específicos.....	13
1.3 Justificación.....	13
1.4 Variables.....	15
1.4.1 Variable Independiente: Administración de cafeína.....	15
1.4.2 Variable Dependiente: Habilidad de repetir sprints.....	15
1.5 Hipótesis.....	16
<b>Capítulo II: Marco Teórico.....</b>	<b>18</b>
2.1 Cafeína.....	18
2.2 Habilidad de repetir sprints.....	21
2.3 Cafeína y rendimiento en test de capacidad de repetir sprints.....	27
<b>Capítulo III: Marco Metodológico.....</b>	<b>30</b>
3.1 Tipo de investigación.....	30

3.2 Diseño de la investigación.....	30
3.3 Población y Muestra.....	32
3.3.1 Población.....	32
3.3.2 Muestra.....	32
3.3.3 Criterios de inclusión.....	31
3.3.4 Criterios de exclusión.....	33
3.4 Materiales.....	33
3.5 Protocolo de administración de cafeína y placebo.....	34
3.6 Protocolo del Test de Rast.....	34
3.7 Tratamiento estadístico.....	36
<b>Capítulo IV: Resultados.....</b>	<b>38</b>
4.1 Gráficos.....	41
<b>Capítulo V: Conclusiones.....</b>	<b>53</b>
5.1 Discusión.....	53
5.1.1 La administración de cafeína mejora la velocidad promedio.....	53
5.1.2 La administración de cafeína mejora la potencia promedio.....	54
5.1.3 La administración de cafeína no mejora el índice de fatiga.....	54
5.1.4 La administración de cafeína no mejora el porcentaje de decaimiento.....	55

5.1.5 La administración de cafeína mejora el rendimiento en la habilidad de repetir sprints.....	56
5.2 Conclusiones.....	56
<b>Capítulo VI: Bibliografía.....</b>	<b>59</b>
<b>Capítulo VII: Anexos.....</b>	<b>63</b>

## INTRODUCCIÓN

La cafeína es un alcaloide y una sustancia que se encuentra en la naturaleza en diversidad de plantas y otros elementos. Ésta fue descubierta hace casi 200 años por Friedlieb Ferdinand Runge de 25 años de edad, químico analítico alemán. El compuesto identificado recientemente se tradujo del término en alemán y francés “Kaffein” que significa "algo de café" en la palabra inglesa y como se conoce hoy en día, cafeína. Este científico aisló una sustancia química especial en los granos de café. Poco después, algunos científicos franceses que trabajaban de forma independiente en un proyecto similar producen los mismos resultados (Burke L., Desbrow B. & Spriet L., 2013).

Alrededor del mundo, el café y el té se han convertido en las principales fuentes de ingesta de cafeína (Burke L., Desbrow B. & Spriet L., 2013). La cafeína es consumida por los humanos principalmente mediante infusiones extraídas del fruto de la planta del café y de las hojas del arbusto del té. También existe otra forma de consumirla como lo es a través del cacao (chocolate) es por esto que la cafeína es considerada parte de la dieta alimenticia de los seres humanos. Es conocido el efecto activador que tiene la cafeína por lo mismo se utiliza para eliminar de cierta manera la somnolencia ya que estimula el sistema nervioso central produciendo un efecto temporal de restauración del nivel de alerta.

En el cuerpo la cafeína se absorbe rápidamente y su punto máximo de concentración sanguínea se produce a los 30/60 minutos después de haberla consumido. El efecto de la cafeína está comprobado en el rendimiento deportivo y se le atribuye debido a que es capaz de cruzar fácilmente la barrera hemato-encefálica produciendo un efecto

antagónico sobre la adenosina, la cual tiene un efecto sedante e inhibitorio sobre la actividad neuronal y también un efecto sobre las endorfinas que son capaces de inhibir las fibras nerviosas que transmiten el dolor y con ello disminuir la percepción de dolor mientras se corre (Madrono, 2010).

La evolución de la tercera fuente de cafeína más popular del mundo, bebidas de cola, es una historia interesante que involucra tanto a la salud y el deporte (Burke L., Desbrow B. & Spriet L., 2013). La cafeína ha sido utilizada en diversos deportes puesto que posee efectos activadores dentro del cuerpo humano, tanto así que está comprobado científicamente que en deportes de larga duración (endurance) mejora el rendimiento. No debería ser ninguna sorpresa que los atletas modernos y entrenadores fueron los primeros atraídos por la cafeína debido a su capacidad para despejar la mente de la fatiga y de actuar como un estimulante muscular potencial. En los primeros días del deporte moderno (1900 en adelante), mezclas de estimulantes a base de plantas se utilizan comúnmente para la mejora del rendimiento (Burke L., Desbrow B. & Spriet L., 2013).

Como bien lo plantea en su estudio (Casanova, 2014). A través del tiempo se ha estudiado y comprobado científicamente que la ingesta de cafeína tiene un impacto positivo en pruebas de resistencia o de largo aliento, es decir produce efectos beneficiosos. Hay una amplia evidencia sobre las ventajas del uso de la cafeína en el deporte, pero fundamentalmente en aquellos deportes aeróbicos de resistencia.

Es por lo anteriormente dicho que la cafeína incluso se llega a considerar una “droga” controlada o restringida, tanto así que si los niveles de orina son superiores a los 12 µg/mL después de las competencias son considerados ilegales según el Comité Olímpico Internacional (COI). Es por esto que la cafeína es parte esencial en la dieta de los

deportistas y es gracias a ese potencial ergogénico que es ampliamente usada en el mundo del deporte y considerada legal bajo los parámetros ya mencionados (Lawrence Spriet, 1996).

A pesar de que comúnmente se compare a la cafeína con el café, es raro que este último sea el medio de administración en los estudios de investigación, puesto que el café contiene cientos de productos químicos adicionales (Lawrence Spriet, 1996).

Ahora en la contra parte se hallan los deportes de corta duración o deportes intermitentes, en los cuales se produce un sprint y luego una pausa o descanso, aquí se encuentran deportes tales como el fútbol, básquetbol, vóleibol, etc. Es en este apartado donde se basa el presente estudio, en ejercicios de corta duración, más específico aun la capacidad de una persona físicamente activa de repetir seis sprints. Para eso se utilizará un test llamado RAST el cual servirá de herramienta evaluativa para determinar si existen diferencias entre sujetos que ingieren cafeína, previo al test y otros que ingieren solo una sustancia placebo.

Una vez considerados los antecedentes previos conformes a la introducción, a continuación se desarrollaran los aspectos ligados a la pregunta problema de esta investigación.

## CAPÍTULO I

### 1.1 Pregunta problema

Tomando en consideración los antecedentes expuestos previamente en donde queda de manifiesto que la cafeína produce efectos beneficiosos en deportes de largo aliento, y debido a la inquietud del grupo de investigadores por indagar si sucede algo similar en deportes o ejercicios de corta duración se proyecta la siguiente pregunta problema.

¿Cuál es el efecto agudo de la administración de cafeína sobre la habilidad de repetir sprints en individuos físicamente activos?

### 1.2 Objetivos

#### 1.2.1 Objetivo general

- ❖ Determinar el efecto agudo de la administración de cafeína sobre la habilidad de repetir sprints en sujetos físicamente activos.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Determinar el efecto agudo de la administración de cafeína sobre la potencia promedio en sujetos físicamente activos a través del Test de Rast.
- Determinar el efecto agudo de la administración de cafeína sobre la velocidad promedio en sujetos físicamente activos a través del Test de Rast.
- Determinar el efecto agudo de la administración de cafeína sobre el porcentaje de decaimiento en sujetos físicamente activos a través del Test de Rast.
- Determinar el efecto agudo de la administración de cafeína sobre el índice de fatiga en sujetos físicamente activos a través del Test de Rast.

### 1.3 Justificación

A través del tiempo se ha estudiado y comprobado científicamente que la ingesta de cafeína tiene un impacto positivo en pruebas de resistencia o de largo aliento, es decir, produce efectos beneficiosos en el rendimiento. Hay una amplia evidencia sobre las ventajas del uso de la cafeína en el deporte, pero fundamentalmente en aquellos deportes aeróbicos de resistencia (Casanova, 2014). Por otra parte en deportes intermitentes o de corta duración si bien se tienen registros de los efectos que puede producir, son poco contundentes.

Es por esto que nace la idea de investigar los posibles efectos que puede producir la administración de cafeína a sujetos físicamente activos en el rendimiento de pruebas intermitentes, para lo cual se utilizará el Test de Rast como mecanismo de evaluación. Se debe comprender que un sujeto físicamente activo no es un deportista de primer nivel, sino, alguien que practica algún tipo de actividad física de manera recurrente.

La importancia y motivación de realizar un estudio sobre la administración de cafeína en individuos físicamente activos, tiene que ver con la necesidad de encontrar nuevos conocimientos sobre el posible impacto que pudiese tener esta sustancia sobre la habilidad de repetir sprint, que es una de las capacidades más importantes dentro de los deportes intermitentes como lo son el fútbol, básquetbol, hándbol, entre otros. Esto es algo que los investigadores también se lo han planteado entre sí, como futuros profesores de Educación Física, queriendo asimismo encontrar un posible beneficio personal con esta investigación. Para esto se compararán los resultados obtenidos de la realización de un test entre dos grupos de sujetos físicamente activos, un grupo control y un grupo experimental.

El posible beneficio de esta investigación es indagar sobre qué tipo de impacto puede tener la administración de cafeína en la habilidad de repetir sprint, efectos positivos, efectos negativos o bien no producir ninguna variación. Con esto se espera contribuir al conocimiento de la utilización de esta sustancia dentro de los deportes intermitentes y/o pruebas de corta duración.

## 1.4 Variables

### 1.4.1 Variable Independiente: Administración de cafeína

Definición: Sustancia de origen natural con acción estimulante. Se encuentra principalmente en el café, el té y en los refrescos de cola (Cáceres, 2013)

Definición operacional: Valores obtenidos por los resultados de la administración de 6 mg/kg peso corporal de cafeína a sujetos físicamente activos.

### 1.4.2 Variable Dependiente: Habilidad de repetir sprints

Definición: La capacidad para repetir sprints de forma intermitente se define como la realización de esfuerzos máximos o casi máximos, al menos dos, de menos de 10 segundos de duración, que son reproducidos intermitentemente e intercalados con periodos de recuperación incompleta, en menos de 90 segundos (Barbero J., Bishop D. & Méndez-Villanueva A., 2006).

Definición operacional: Valores obtenidos por los resultados del Test de Rast a sujetos físicamente activos.

## 1.5 Hipótesis

### H1

- La administración aguda de cafeína mejora el rendimiento en la habilidad de repetir sprints en sujetos físicamente activos.

### H0

- La administración aguda de cafeína no mejora el rendimiento en la habilidad de repetir sprints en sujetos físicamente activos.

### H2

- La administración aguda de cafeína mejora la potencia promedio en sujetos físicamente activos.

### H0

- La administración aguda de cafeína no mejora la potencia promedio en sujetos físicamente activos.

### H3

- La administración aguda de cafeína mejora la velocidad promedio en sujetos físicamente activos.

H0

- La administración aguda de cafeína no mejora la velocidad promedio en sujetos físicamente activos.

H4

- La administración aguda de cafeína mejora el índice de fatiga en sujetos físicamente activos.

H0

- La administración aguda de cafeína no mejora el índice de fatiga en sujetos físicamente activos.

H5

- La administración aguda de cafeína mejora el porcentaje de decaimiento en sujetos físicamente activos.

H0

- La administración aguda de cafeína no mejora el porcentaje de decaimiento en sujetos físicamente activos.

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Cafeína**

La cafeína es una sustancia que se encuentra naturalmente en las hojas, frutos secos y semillas de varias plantas, también se puede encontrar en el café, el té, bebidas gaseosas, chocolates y ciertas medicinas. Tiene muchos efectos en el metabolismo del cuerpo, incluyendo la estimulación del sistema nervioso central (Cáceres, 2013).

Esta es una sustancia consumida por millones de personas en el mundo inclusive para muchos científicos es un estimulante que puede llegar a provocar adicción que puede ser difícil de vencer y por ello la catalogan de droga. Otros estudiosos del tema afirman que consumida de manera moderada es totalmente inofensiva e inclusive beneficiosa para el organismo, porque es capaz de estimular sus funciones vitales (López, 2014)

Como bien se menciona anteriormente la cafeína se encuentra en una diversidad de elementos. Su consumo en bajas dosis produce una serie de efectos en el organismo del ser humano, en el sistema nervioso central y también en el sistema cardiovascular. Dentro de estos efectos se encuentran elevación de la frecuencia cardíaca, estimulación de la circulación sanguínea y respiración, aumenta levemente la presión arterial, disminuye la percepción del dolor y de esfuerzo, entre otros (Noire, 2013).

Los efectos secundarios de la cafeína están ligados sobre todo a su uso abusivo que genere grandes concentraciones sanguíneas en nuestro organismo. Las más frecuentes y conocidas son originar una mayor producción de orina y aumentar la actividad

cardiopulmonar. Pudiendo generar también, una alta excitación, ansiedad, temblor e insomnio. Más graves ya son extrasístoles, shock, diarrea, entre otros. Aunque pueda resultar increíble, la cafeína también crea dependencia, y esta es tanto psíquica como física. No está considerado una adicción, sino más bien una habituación del organismo (Noire, 2013).

Las concentraciones en sangre de la cafeína están relacionadas con el tamaño de la dosis que se consume. Las dosis normales de consumo de cafeína están entre los 3 y 6 mg/kg de peso corporal. Esto para una persona estándar de 70 kilos supone entre 210 y 420 mg de cafeína (“La Cafeína,” 2014).

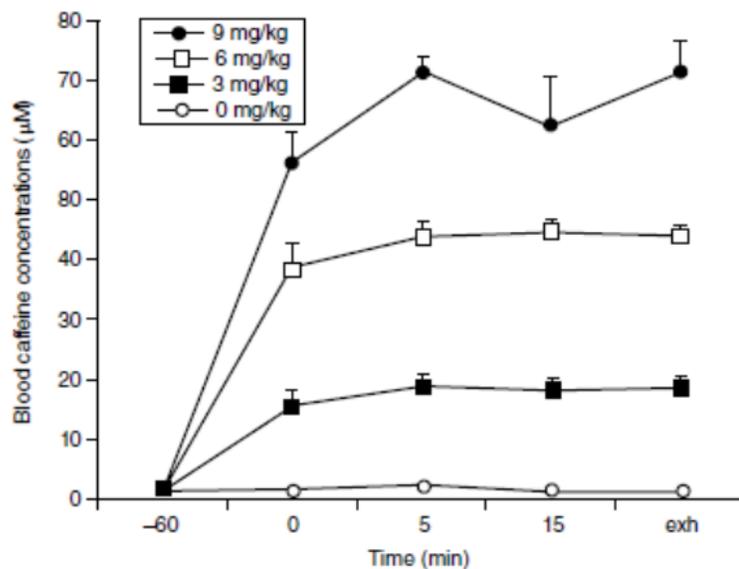


Figura N° 1: Concentraciones de cafeína en sangre después de la ingesta de dosis de cafeína iguales a 0, 3, 6 y 9 mg / kg (Burke, Desbrow, & Spriet, 2013).

En la figura N° 1 se puede apreciar lo anteriormente mencionado en cuanto a las dosis de consumo de cafeína. El gráfico muestra los niveles de concentración de cafeína en sangre y su punto máximo de expresión luego de su ingesta, a los 60 minutos.

En ningún caso se recomienda usar una dosis de más de 600 mg. Llegar a ingerir esta cantidad puede causar efectos colaterales tales como temblores, irritabilidad, vómitos, cefaleas, aumento de presión arterial, etc. Sobre todo en personas que presenten algún tipo de patología cardiovascular. La dosis tóxica se estima en 20-40 mg/kilo de peso corporal. (“La Cafeína,” 2014). Según (Valenzuela, 2010), la cafeína se absorbe casi totalmente en el estómago y en el intestino delgado a los 45 - 60 min de su ingesta, distribuyéndose en casi todos los tejidos, incluido el cerebro ya que el alcaloide es muy permeable a la selectiva barrera hemato-encefálica. La vida media que posee esta sustancia en el interior del cuerpo es de 4 horas (los cálculos oscilan entre 2 y 10 horas). Para que quede más claro cómo es que actúa este alcaloide en el organismo se explicará de la siguiente manera. La cafeína es metabolizada en el hígado, dando lugar a tres productos; paraxantina, teobromina y teofilina, cada uno de los cuales tiene sus propios efectos en el cuerpo (Madrono, 2010).

La cafeína es un antagonista de los receptores de adenosina. La adenosina es un neurotransmisor que tiene efectos sedantes e inhibitorios sobre las células nerviosas, frenando su actividad. Se cree que está involucrada en el control de los ciclos sueño-vigilia. La cafeína compite con los receptores de adenosina de las células nerviosas, bloqueando la actividad de la adenosina y ejerciendo así un efecto estimulante del sistema nervioso central, retrasando la sensación de cansancio, reduciendo la sensación de sueño y apatía y aumentando la actividad cerebral. La paraxantina, producto de la metabolización hepática de la cafeína, incrementa la lipólisis, produciéndose un aumento de la disponibilidad de ácidos grasos en el torrente sanguíneo, con lo cual aumenta en el

flujo sanguíneo el combustible (glicerol y ácidos grasos) para el músculo. La teobromina es un vasodilatador que aumenta la cantidad de flujo de oxígeno y nutrientes al cerebro y al músculo. La teofilina actúa incrementando la frecuencia cardíaca y su eficiencia (Madrono, 2010).

De todas maneras, y tomando en cuenta lo mencionado en los párrafos anteriores, la tolerancia a la cafeína hará que cada persona tenga que encontrar su dosis efectiva, ya que diferentes personas pueden experimentar distintos resultados ingiriendo la misma dosis de cafeína o bien la misma persona puede tener una reacción diferente. Dependiendo del patrón de descomposición de la cafeína, puede quedarse en el torrente sanguíneo en altas concentraciones durante mucho tiempo o se pueden borrar rápidamente (Burke, Desbrow & Spriet, 2013). Por esto se habla de que hay personas que son respondedores y otras que son no respondedores a esta sustancia.

Una vez revisados los antecedentes del impacto de la cafeína en nuestro organismo, gracias a los cuales se puede tener un conocimiento más acabado de lo que es y cómo funciona esta sustancia, esta investigación continúa con la descripción, profundización y estudio de la siguiente variable dependiente.

## 2.2 Habilidad de repetir sprints

La capacidad para repetir sprints de forma intermitente se define como la realización de esfuerzos máximos o casi máximos, al menos dos, de menos de 10 segundos de duración, que son reproducidos intermitentemente e intercalados con periodos de recuperación incompleta, en menos de 90 segundos (Barbero J., Bishop D. & Méndez-

Villanueva A., 2006). Esta forma de ejercicio se ve reflejada en la mayoría de los deportes colectivos y algunos deportes individuales. Esta habilidad de repetir sprints es muy importante en deportes tales como fútbol, básquetbol, tenis. Entre tantos otros, ya que sin esta capacidad o con esta habilidad disminuida se verían limitados a la hora de recuperar balones o llegar a defender de buena manera. Por lo general los deportistas necesitan realizar de forma repetida carreras cortas (normalmente entre 1 a 7 segundos) a intensidades máximas, teniendo periodos breves de recuperación.

Sobre este particular, Reilly (2003), menciona que estos esfuerzos son críticos para el resultado final de un partido, al ejecutar acciones de alta intensidad estas se relacionan directamente a las actividades claves en la determinación del resultado final e inesperado de un partido, como son movimientos de alta intensidad se necesita ganar la posesión del balón en zonas críticas del campo de juego.

Es clarificador que una buena capacidad para repetir sprints puede ser preponderante a la hora de definir alguna actividad deportiva, de eso no hay dudas al respecto puesto que una mayor capacidad de realizar estos esfuerzos máximos en pocos segundos marca una notable diferencia y a la larga es determinante en los deportes. Es por esto que algunos científicos del deporte han definido esta capacidad como repeated-sprint ability (RSA) o la capacidad de repetir esfuerzos (sprints) de forma intermitente. A pesar de la importancia que puede tener la RSA en los deportes intermitentes, el conocimiento que determina sus características fisiológicas es escaso.

Existen factores que son determinantes en el rendimiento de la habilidad de repetir sprints. Según Barbero et al. (2006) Se puede decir que un deportista que tenga una buena RSA será capaz de desarrollar una alta potencia muscular durante el primer sprint

y repetir este esfuerzo en consecutivas ocasiones con la menor pérdida de rendimiento posible con respecto a su valor inicial, es por esto que hoy en día es tan importante que todos los deportistas de elite tengan una buena capacidad de repetir sprints, consiguiendo a lo largo del partido mayores beneficios producto de esta habilidad. En lo contrario un bajo nivel de potencia muscular inicial y/o una pérdida rápida de la capacidad para repetir el rendimiento inicial durante sucesivos sprint llevaría a concluir que el deportista evaluado posee una pobre RSA. Sin embargo en la actualidad se tiene cierta noción del conocimiento de los factores que determinan el rendimiento en RSA, pero no se sabe con exactitud cual posee una mayor o menor importancia, la literatura actual sugiere que la potencia muscular (Bishop D. & Spencer M., 2004), la condición física aeróbica (Bishop D., Edge J. & Goodman C., 2004) o la capacidad tampón del musculo (Bishop D., Edge J., Davis C. & Goodman C., 2004) son atributos importantes en la RSA.

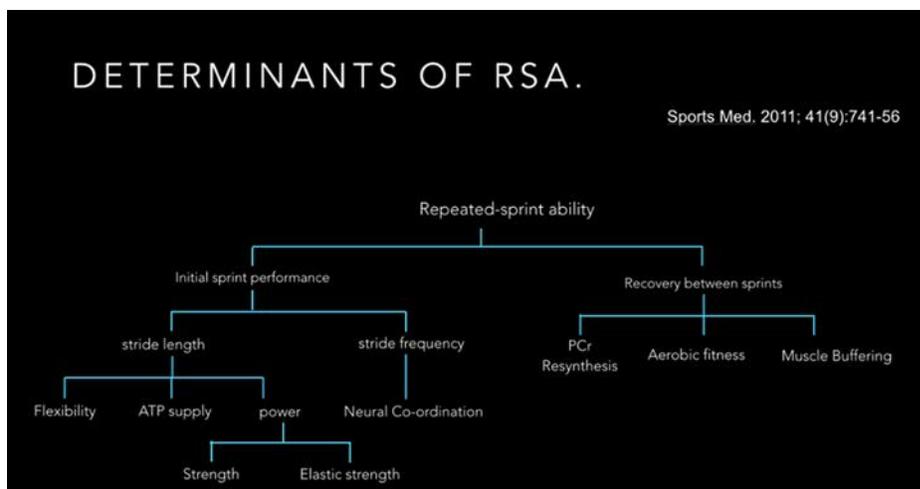


Figura N° 2: Factores determinantes en la capacidad de repetir sprints. (Bishop D., Girard O. & Mendez-Villanueva A., 2011).

El primer factor a considerar es la potencia muscular. Esta cualidad física que es la mezcla entre la velocidad y la fuerza, es considerada clave en los deportes intermitentes de alta intensidad debido a que un deportista con una elevada potencia muscular es

capaz de generar y desarrollar un elevado trabajo mecánico en el primer sprint y en los siguientes. No obstante, es cierto que estos atletas son los que suelen experimentar una mayor disminución en su rendimiento muscular a medida que continúa la prueba de sprints repetidos (Bishop D., Spencer M. & Lawrence S., 2003). Lo cual podría estar relacionado con una mayor capacidad de los sujetos para utilizar las vías anaeróbicas de producción de energía en desmedro de las vías aeróbicas, en este sentido, aspectos como el incremento en la acidez muscular o la disminución en las reservas de “energía inmediata” (ATP y fosfocreatina) podrían estar relacionados con la fatiga en la RSA (Barbero et al., 2006).

La condición física aeróbica es considerada un factor fundamental en la capacidad de retener la producción de potencia muscular durante una prueba de RSA, debido a que la condición aeróbica es la base para tener una buena capacidad de repetir los sprints a lo largo de la actividad física desarrollada. Esto se debe a que el mecanismo de acción que se genera en la capacidad aeróbica del sujeto podría influenciar el rendimiento en la RSA por medio de la aceleración de los procesos de recuperación durante el ejercicio intermitente (Tomlin DL. & Wenger HA., 2001). Es por esto que se cree que los procesos de resíntesis de PCr y el “*clearance*” de lactato durante una prueba de RSA podrían verse mejorados en sujetos con mejores niveles de capacidad aeróbica (Haseler LJ., Hogan MC. & Richardson RS., 1999). El proceso de resíntesis de PCr solamente se puede realizar en presencia de oxígeno. Por eso, el aumento de la condición física aeróbica sería un aspecto clave a considerar para mejorar el rendimiento en RSA, ya que posiblemente ayudaría a una rápida reposición de los depósitos de PCr durante los periodos de recuperación.

Otro de los factores que puede influir en la capacidad de repetir sprints es la capacidad tampón (buffer capacity) de los músculos implicados en el movimiento

(Bishop D. et al., 2004), tratando de estabilizar los cambios de pH que favorecen la contracción muscular, de los músculos implicados en el sprint. Es sabido que cuando los músculos se someten a intensas contracciones, inevitablemente el pH tiende a descender provocando la fatiga muscular. Por eso es importante mantener el pH lo más estable posible para que no se produzcan cambios bruscos y así retardar la aparición de fatiga en el musculo. Durante el ejercicio de alta intensidad, el glucógeno es utilizado para re fosforilar ATP y de esta manera satisfacer las demandas energéticas de las fibras musculares en contracción, lo que como consecuencia conlleva a este tipo de ejercicio a una acumulación de lactato en el espacio intracelular. (Rico-Sanz J. 1998). Aunque se cree que la acumulación de lactato no tiene efectos negativos en la capacidad contráctil del musculo (Posterino GS., Dutka TL. & Lamb GD., 2001), el incremento en la concentración de H<sup>+</sup> inducido por esfuerzos de alta intensidad que proviene de la hidrolisis del ATP, es reconocida como la causa de fatiga en el musculo esquelético (Green HJ., 1997).

En lo explicado anteriormente, el ejercicio de sprints intermitentes se relaciona con una elevada participación de la glucolisis anaeróbica, y consecuentemente con una gran producción y acumulación de lactato, de tal manera que la reducción del pH muscular o acidosis muscular se ha asociado con la disminución en la producción de potencia durante la RSA (Gaitanos G., Williams C., Boobis L. et al., 1993). Se sugiere entonces que la capacidad para tamponar el exceso de H<sup>+</sup> podría ser importante para mantener la producción de potencia y la capacidad de trabajo muscular durante la habilidad de repetir sprints (Bishop D. et al., 2004).

Durante el ejercicio de alta intensidad (sprint) y corta duración (< 6 seg) gran parte de la resíntesis de ATP proviene de la ruptura de la fosfocreatina (PCr) y de la degradación del glucógeno muscular a lactato, en donde la energía se obtiene a través de la solicitud

casi exclusiva del metabolismo anaeróbico (Gaitanos G., Williams C., Boobis L. et al., 1993). Se demuestra que si los periodos de ejercicio a alta intensidad son repetidos y consecutivos en el tiempo, contribuyen a que los procesos en la resíntesis de ATP pierdan protagonismo, en palabras sencillas llega un momento que la vía anaeróbica colapsa, debiendo pasar a utilizar la vía aeróbica, siendo esta mucho más lenta que la primera produciendo un incremento del metabolismo aeróbico (Christmass MA., Dawson B. & Arthur PG., 1999). Sin embargo, el aporte del metabolismo aeróbico no compensa necesariamente la energía que proporciona el sistema anaeróbico, como se mencionó más arriba, la vía aeróbica es mucho más lenta que la anaeróbica, por consiguiente se pierde la potencia muscular provocando un descenso de la capacidad de repetir sprints y como consecuencia final no se puede mantener la potencia desarrollada, por lo que se produce una disminución del rendimiento (Gaitanos G., Williams C., Boobis L. et al., 1993).

Es por esto que en series repetidas de ejercicio de alta intensidad a medida que aumenta el tiempo hay una considerable disminución del metabolismo glucolítico y un aumento de la participación aeróbica. En el estudio de Gaitanos, et al (1993) midieron los cambios en el musculo del ATP, PC, lactato y piruvato durante un test de 10 x 6 s de sprint máximo y estimaron que durante el primer sprint la glucólisis anaeróbica apporto aproximadamente en un 50% y que en los últimos sprints la contribución de la glucólisis descendía sobre el 20%, por ende se concluye que el metabolismo aeróbico contribuía de forma significativa en los últimos sprints.

Revisados los antecedentes anteriormente mencionados queda claro que la habilidad de repetir sprints es de suma importancia dentro de los deportes colectivos y también individuales. Y que hay componentes que la determinan, esto para entender por qué hay

sujetos que poseen una mejor capacidad de repetir sprints que otros. Ahora este informe proseguirá con la descripción y ahondamiento del siguiente tema.

### 2.3 Cafeína y rendimiento en test de capacidad de repetir sprint

Si bien es conocido que el consumo de cafeína tiene directa relación en la mejora del rendimiento aeróbico, en pruebas de larga duración (endurance), no se ha logrado establecer del todo si esto se puede replicar en pruebas y/o ejercicios intensos de corta duración. Se han hecho diversos estudios para descifrar este fenómeno, obteniendo resultados donde no se han generado diferencias considerables entre un sujeto el cual ingiere cafeína y otro al cual no se le suministró.

En un estudio, Jackman y colaboradores (1996) decidieron evaluar los posibles efectos del consumo de cafeína, 6 mg/kg de peso corporal, sobre el rendimiento y las respuestas metabólicas en series repetidas de ciclismo al 100% del VO<sub>2</sub>máx en 14 sujetos. Se realizaron 3 series de ejercicio con periodos intermedios de pausa de 6 min cada uno. Las primeras dos series de ciclismo se realizaron con una producción de potencia controlada durante 2 min y la tercera continuó hasta el agotamiento. El tiempo de pedaleo hasta el agotamiento mejoró con la cafeína ( $4.93 \pm 0.60$  min vs. placebo  $4.12 \pm 0.36$  min). Las mediciones de lactato en músculo y sangre que se efectuaron durante el protocolo insinuaron que hubo una mayor producción de lactato en la prueba de cafeína, aún en las dos sesiones iniciales cuando se controló la producción de potencia. La tasa neta de la degradación de glucógeno no fue diferente durante las dos sesiones iniciales, y se utilizó menos del 50% de la reserva del glucógeno muscular en las pruebas durante el protocolo. Los autores concluyeron que el efecto ergogénico de la cafeína durante el ejercicio intenso de corta duración no se asoció con el ahorro de glucógeno y pudo ser

causado ya sea por una acción directa sobre el músculo o por una alteración en la función del sistema nervioso central.

Los autores llegaron a la conclusión de que según los resultados de sus estudios se desconocen los mecanismos que contribuyeron a la mejoría del rendimiento en el ejercicio intenso de corta duración pero si provocó una mejoría en la provisión de energía de tipo anaeróbica, la cafeína produjo efectos directos en el transporte de iones en los músculos y se produjo efectos en el sistema nervioso central en la sensación de esfuerzo y/o activación de la contracción muscular en las fibras musculares, ahora bien, en los ejercicios intensos de corta duración como lo son los sprint se ha hecho difícil poder inferir si los efectos de la administración de cafeína en deportistas y/o personas físicamente activas provee un aumento de la resistencia por sobre la fatiga y una mejora del rendimiento. Es así como Williams y colaboradores (1988) informaron que el consumo de cafeína no tuvo efecto sobre la producción de potencia máxima o resistencia muscular durante series cortas y máximas de ciclismo. Así también lo corrobora un estudio realizado por Collomp y colaboradores (1992) encontraron que el consumo de cafeína en una dosis de 5 mg/kg no aumentó la potencia máxima o el trabajo total completado en seis sujetos que realizaron una prueba de Wingate (ciclismo) de 30 s. Sin embargo, el mismo grupo después de ingerir 250 mg de cafeína produjeron una mejoría significativa de 7% en la potencia máxima que podría generarse durante una serie de sprints de 6 s a diferentes relaciones fuerza-velocidad (Anselme F. et al., 1992).

A través del estudio recientemente citado se puede observar que con una cantidad de cafeína mucho mayor a la del 5 mg/kg de peso corporal, se puede obtener mejoras del rendimiento a raíz de la ingesta de cafeína en un rango de 250 mg. Aun así con los datos y estudios visto recientemente no se logra concluir si la cafeína tiene o no un efecto ergogénico sobre el rendimiento en sprint. El que este sea tan breve e intenso lo hace

muy difícil de estudiar y demostrar si la cafeína provoca efectos significativos en el rendimiento de la habilidad de repetir sprints.

Tomando en consideración los antecedentes indicados anteriormente y para concluir con el tema, la mayoría de los resultados provocados por la ingesta de cafeína se reportaron en atletas de elite o recreativos bien entrenados (Lawrence Spriet, 1996).

## **CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO**

En el presente capítulo se desarrollara el tipo de investigación, el diseño de investigación, la población y muestra empleada, los criterios de inclusión y exclusión y el protocolo del instrumento de evaluación.

### **3.1 Tipo de investigación**

La investigación que se llevara a cabo es de índole cuantitativa y su alcance es de tipo descriptivo ya que únicamente se pretende recoger información de manera independiente sobre las variables que se citan en este estudio que son la administración de cafeína y la habilidad de repetir sprints. El objetivo de este tipo de estudio es seleccionar una serie de cuestiones, medir o recolectar información sobre cada una de ellas, para así poder describir lo que se investiga (Sampieri, Collado, & Lucio, 2006).

### **3.2 Diseño de la investigación**

Referente al diseño de la investigación es experimental de tipo experimental puro, con diseño con posprueba únicamente y grupo control. Debido a que se manipulara deliberadamente una variable independiente para determinar su efecto y relación con una variable dependiente. Los sujetos se asignan a los grupos de manera aleatoria. Cuando concluye la manipulación, a ambos grupos se les administra una medición sobre la variable dependiente en estudio (Sampieri et al., 2006).

El diseño de la investigación se explica mediante el siguiente esquema:

RG <sub>1</sub>	X (Cafeína)	O <sub>1</sub>
RG <sub>2</sub>	— (Placebo)	O <sub>2</sub>

Figura 1: En la figura se explica mediante un esquema el diseño de nuestra investigación. Diseño con posprueba únicamente y un grupo control. Dos grupos, se aplica la sustancia activa (cafeína), se aplica el placebo y se realiza una observación.

Lo que se espera lograr con esta investigación es determinar el posible efecto agudo de la administración de cafeína a sujetos físicamente activos. Para esto se compararán los resultados obtenidos de la realización de un test entre dos grupos de sujetos físicamente activos, un grupo control y un grupo experimental. Según dice la EFSA (European Food Safety Authority) son necesarios entre 3 y 6 mg de cafeína por kg de peso corporal para conseguir un efecto ergogénico, es por esto que se administrará la dosis de cafeína requerida para 6 mg/kg de peso corporal a cada sujeto del grupo experimental. Previo a la suministración de la cafeína a cada sujeto se le medirá su frecuencia cardiaca y glicemia sanguínea, lo mismo se realizara una vez hayan transcurrido 50 minutos después que se les administro la cafeína.

Cabe destacar que la estrategia de administración de cafeína y placebo será de tipo “Doble Ciego” es decir que ni los evaluadores ni los evaluados sabrán cual es la sustancia activa (cafeína) y el placebo. El propósito de este tipo de estudio es eliminar el poder de la sugestión. Esto es de suma importancia ya que evita que los investigadores informen sin querer a los participantes del estudio o que inconscientemente predispongan la evaluación de los resultados.

### 3.3 Población y muestra

#### 3.3.1 Población

Unidad de Análisis: Alumnos y alumnas físicamente activos pertenecientes a la carrera de Pedagogía en Educación física de la Universidad de Las Américas.

Población: Alumnos de segundo año de la carrera de Pedagogía de Educación Física de la Universidad de Las Américas.

#### 3.3.2 Muestra

El tipo de muestra de esta investigación será no probabilística porque la selección de los sujetos se hará en base a las características de este estudio. Los alumnos que serán evaluados deberán firmar un consentimiento informado en donde se les da a conocer las características de las evaluaciones y el uso de los datos recolectados.

El tamaño de la muestra será de 40 alumnos de la carrera de Pedagogía de Educación Física.

#### 3.3.3 Criterios de inclusión

Alumnos que cursen la carrera de Pedagogía de Educación Física de la Universidad de Las Américas, se encuentren en segundo año con ingreso en el 2012, que su peso

corporal fluctúe entre 65 y 75 kg, que realicen el test pedido y entreguen datos personales necesarios para la realizar el test. Deberán presentarse a la hora estimada, sin indicios de haber consumido alcohol, drogas, fármacos y con ello ningún tipo de bebida o suplemento que contenga cafeína durante 48 horas antes del test.

#### 3.3.4 Criterios de exclusión

Alumnos que no realicen o no terminen el test solicitado, que presenten alguna molestia o efecto colateral y que no llenen el consentimiento informado.

#### 3.4 Materiales

Se requiere para el correcto funcionamiento del test los siguientes materiales

**Tabla1:** Test y materiales a utilizar

Test	Materiales
Rast	Conos, cronometro, pesa digital, notebook
Frecuencia cardíaca	Pulsómetro
Glicemia	Monitor glicemia

### 3.5 Protocolo de administración de cafeína y placebo

Una vez llegados los alumnos se les entregó el consentimiento informado para que lo leyeran y firmaran voluntariamente. Luego un investigador externo distribuyó a los alumnos en forma aleatoria formando dos grupos con similar cantidad de individuos. A un grupo se le marco con color rojo, al otro con color azul y ambos fueron administrados con un tipo de capsula diferente, sin que los examinadores supieran cual era la cafeína y el placebo. Ambas capsulas fueron administradas después de evaluar glicemia y frecuencia cardiaca pre a una hora determinada y después de 50 minutos se evaluó glicemia y frecuencia cardiaca post y se procedió a la evaluación del Test de Rast.

El test se realiza en un establecimiento deportivo el cual le pertenece a la Universidad de Las Américas, tendrá a 4 examinadores que estarán a cargo de las instrucciones y del registro del tiempo de cada alumno. Los horarios para realizar el test fueron de 10:00 am a 13:30 pm.

### 3.6 Protocolo del Test de Rast

Anterior a realizar el Test de Rast se desarrolló una situación similar 3 días antes para que los sujetos a evaluar conocieran las características de lo que sería la evaluación. En esa oportunidad se ejecutó el test pero solo 3 repeticiones.

## **RAST (Running-based Anaerobic Sprint Test)**

Este test basado en sprints fue desarrollado en la Universidad de Wolverhampton en el Reino Unido para evaluar performance anaeróbica. Provee información sobre potencia e índice de fatiga. Como es un test de carrera es ideal para testear deportistas con este tipo de movimiento como base de su disciplina. El test se realiza del siguiente modo:

- 1- El atleta es pesado antes de comenzar el test.
- 2- Realiza una entrada en calor de 10 minutos con una recuperación de 5 minutos.
- 3- Completa 6 pasadas de 35 metros a máxima velocidad (se permiten 10 segundos de pausa entre cada sprint).
- 4- Se registran los tiempos en cada pasada con precisión de centésimas de segundo.

La potencia se calcula de acuerdo a las siguientes ecuaciones:

$$\text{Velocidad} = \text{Distancia} \div \text{Tiempo}$$

$$\text{Aceleración} = \text{Velocidad} \div \text{Tiempo}$$

$$\text{Fuerza} = \text{Peso} \times \text{Aceleración}$$

$$\text{Potencia} = \text{Fuerza} \times \text{Velocidad}$$

O bien

$$\text{Potencia} = \text{Peso} \times \text{Distancia}^2 \div \text{Tiempo}^3$$

Por lo que se puede determinar:

- Potencia máxima: Es la medida de potencia más alta y provee información sobre la fuerza y la velocidad máxima de sprint.
- Potencia mínima: Es la menor potencia registrada y se la utiliza para obtener el índice de fatiga.
- Potencia promedio: Sumatoria de los 6 valores / 6. También llamada potencia media, indica la habilidad del atleta de mantener potencia en el tiempo. Un alto valor expresa la mejor disposición de un deportista de mantener el rendimiento anaeróbico.
- Índice de fatiga:  $(\text{Potencia máxima} - \text{Potencia mínima}) \div \text{Tiempo total para los 6 sprints}$ . Ofrece la relación de declinación en la potencia del evaluado. Un bajo valor muestra la alta habilidad de un atleta en la capacidad anaeróbica. Cuando se expresa en W/s, un resultado mayor a 10 evidencia que se necesita focalizar trabajos de tolerancia al lactato. Cuando se expresa en porcentaje de la potencia máxima, valores menores a 25 se correlacionan a deportistas con muy buena resistencia anaeróbica.

### 3.7 Tratamiento estadístico

Los datos de la muestra fueron procesados para determinar su distribución. Se utilizó el test de Shapiro-Wilk y se determinó que los datos presentaban distribución normal, de

esta forma se utilizó estadística paramétrica. La prueba estadística utilizada fue la T de Student con la cual se concurre a realizar la comparación de las medias de las muestras en el test aplicado. El nivel de significancia fue de  $p < 0,05$ .

El software utilizado para tabular y analizar los datos fue GraphPad Prism 5.0 (GraphPad Prism Inc. for Mac).

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS

Una vez realizado el análisis estadístico de los datos y en base a los objetivos planteados en la presente investigación se presentan los siguientes resultados.

**Tabla 1:** Comparación de los datos promedio de los estudiantes de la carrera de Pedagogía en Educación Física de la muestra total evaluada.

	<b>GR-PL (n = 21)</b>	<b>GR-CAF (n = 20)</b>
<b>Edad (años)</b>	24,29 ± 3,823	22,35 ± 3,514
<b>Estatura (cm)</b>	166,6 ± 9,683	169,4 ± 9,052
<b>Peso Corporal (kg)</b>	68,92 ± 10,35	70,53 ± 10,08
<b>Frecuencia Cardíaca Pre (l x min<sup>-1</sup>)</b>	75,86 ± 12,20	71,15 ± 8,756
<b>Frecuencia Cardíaca Post (l x min<sup>-1</sup>)</b>	76,81 ± 12,49	77,55 ± 9,676
<b>Glicemia Pre (mg x dL sangre<sup>-1</sup>)</b>	71,50 ± 13,83	72,94 ± 6,668
<b>Glicemia Post (mg x dL sangre<sup>-1</sup>)</b>	68,19 ± 10,26	80,06 ± 9,996

En la tabla 1 se muestran los valores promedio de edad, peso corporal, estatura, frecuencia cardíaca (pre y post) y glicemia (pre y post). En donde se aprecian los valores para cada variable, también se observa la media de cada uno de estos y su desviación estándar.

**Tabla 2:** Comparación entre los valores promedio de glicemia pre y post entre grupo control y experimental con el valor de la prueba estadística.

	<b>Glicemia Pre</b> (mg x dL sangre <sup>-1</sup> )	<b>Glicemia Post</b> (mg x dL sangre <sup>-1</sup> )	<b>t de student</b>
<b>GR-PL (n = 21)</b>	71,50 ± 13,83	68,19 ± 10,26	p = 0,4477
<b>GR-CAF (n = 20)</b>	72,94 ± 6,668	80,06 ± 9,996	p = 0,0243*

\* p < 0.05, diferencias estadísticamente significativas.

**Tabla 3:** Comparación entre los valores promedio de frecuencia cardiaca pre y post entre grupo control y experimental con el valor de la prueba estadística.

	<b>Frecuencia Cardiaca</b> <b>Pre (l x min <sup>-1</sup>)</b>	<b>Frecuencia Cardiaca</b> <b>Post (l x min <sup>-1</sup>)</b>	<b>t de student</b>
<b>GR-PL (n = 21)</b>	75,86 ± 12,20	76,81 ± 12,49	p = 0,8039
<b>GR-CAF (n = 20)</b>	71,15 ± 8,756	77,55 ± 9,676	p = 0,0345 *

\* p < 0.05, diferencias estadísticamente significativas.

**Tabla 4:** Resultados de valores promedio de grupo control y grupo experimental.

<b>Variable</b>	<b>GR-PL (n = 20)</b>	<b>GR-CAF (n = 20)</b>	<b>t de student</b>
Tiempo Total (s)	40,67 ± 4,28	35,5 ± 2,3	p < 0,0001***
Porcentaje de Decaimiento (%)	6,698 ± 3,132	7,345 ± 2,472	p = 0,2363
Velocidad Promedio (m x s <sup>-1</sup> )	5,387 ± 0,2455	5,93 ± 0,2485	p = 0,0034**
Aceleración Promedio (m x s <sup>-2</sup> )	0,8464 ± 0,0308	1,013 ± 0,035	p = 0,0026***
Potencia Promedio (w)	346,8 ± 37,55	434,4 ± 24,83	p = 0,0295*
índice de Fatiga	3,853 ± 0,6765	5,525 ± 0,5277	p = 0,0294*

\*p < 0.05; \*\* p < 0.01; \*\*\* p < 0.001

\*,\*\* y \*\*\* diferencias estadísticamente significativas

## 4.1 Gráficos

La totalidad de los gráficos son presentados en barras con pestañas indicando el promedio y la desviación estándar, respectivamente.

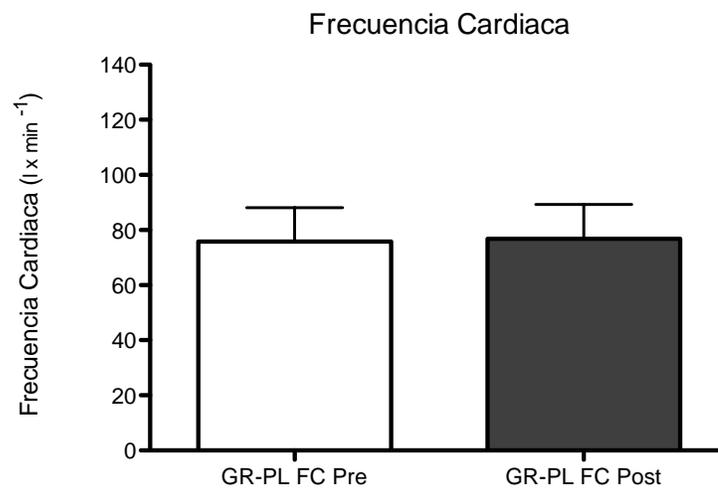


Gráfico 1. Comparación de la frecuencia cardiaca pre y post de grupo control. No se muestran diferencias estadísticamente significativas con valor de  $p = 0,8039$ .

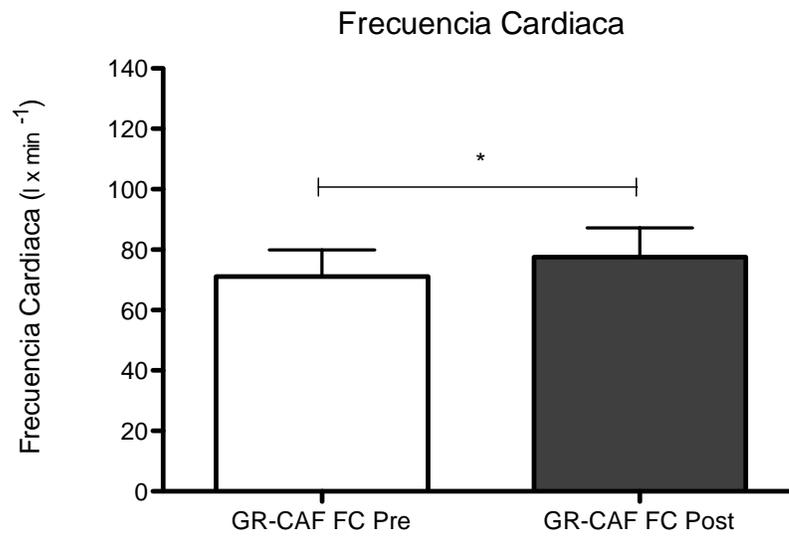


Gráfico 2. Comparación de la frecuencia cardiaca pre y post de grupo experimental. Se muestran diferencias estadísticamente significativas con valor de  $p < 0,05^*$

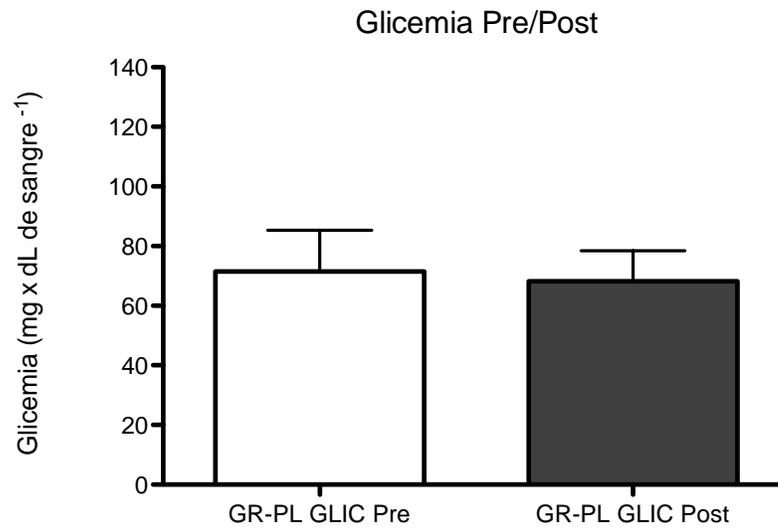


Gráfico 3. Comparación de glicemia pre y post de grupo control. No se muestran diferencias estadísticamente significativas con valor de  $p = 0,4477$ .

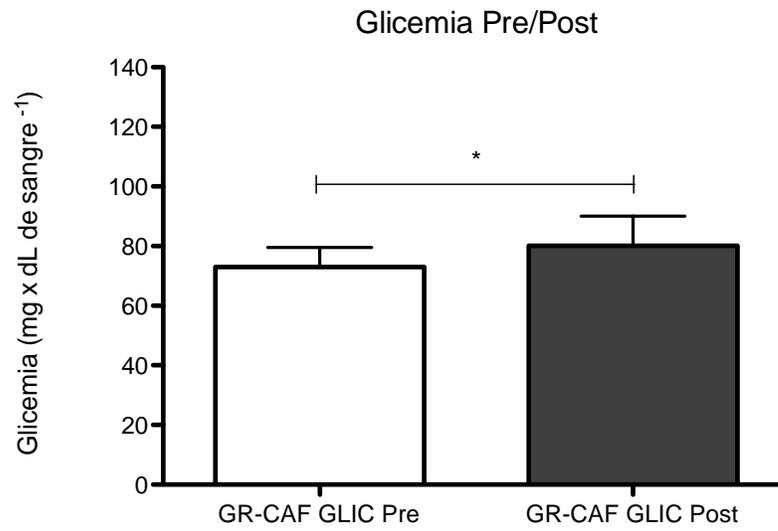


Gráfico 4. Comparación de glicemia pre y post de grupo experimental. Se muestran diferencias estadísticamente significativas con valor de  $p = 0,0243^*$

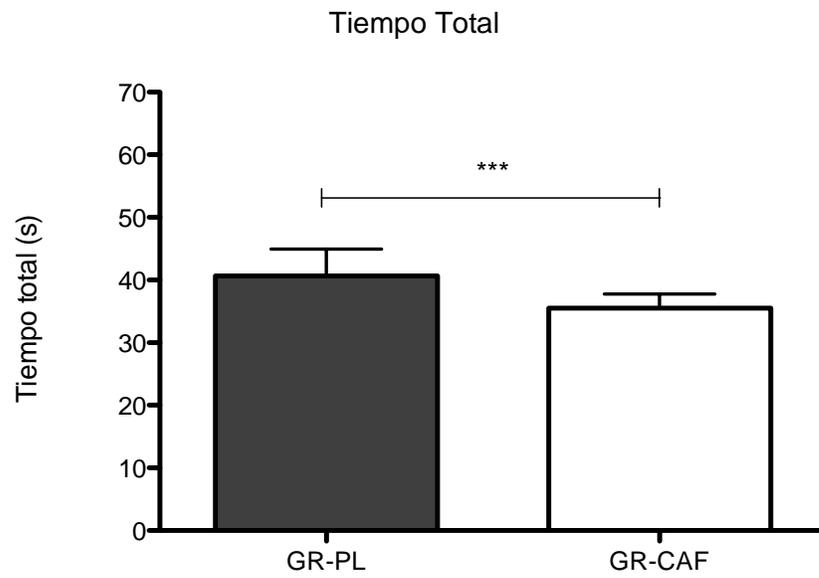


Gráfico 5. Tiempo total. Se muestran diferencias estadísticamente significativas  $p < 0.0001$ \*\*\*

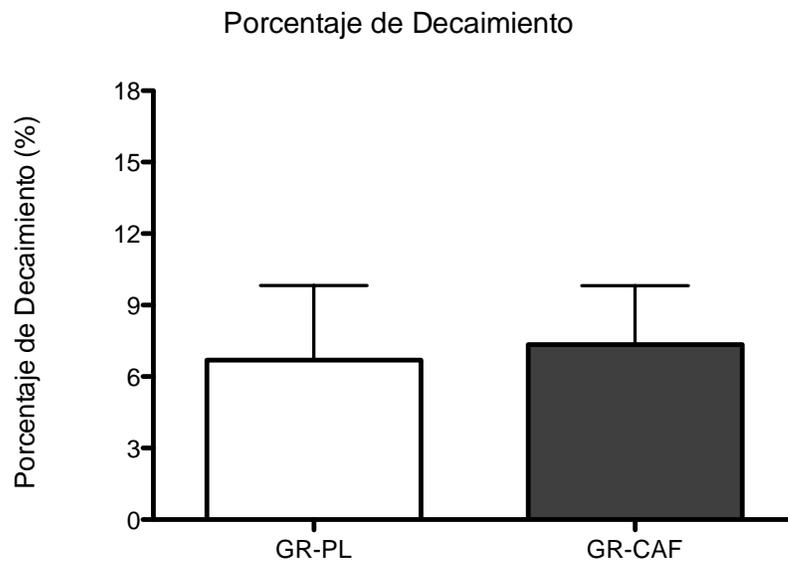


Gráfico 6. Porcentaje de decaimiento. No se muestran diferencias estadísticamente significativas  $p = 0,2363$

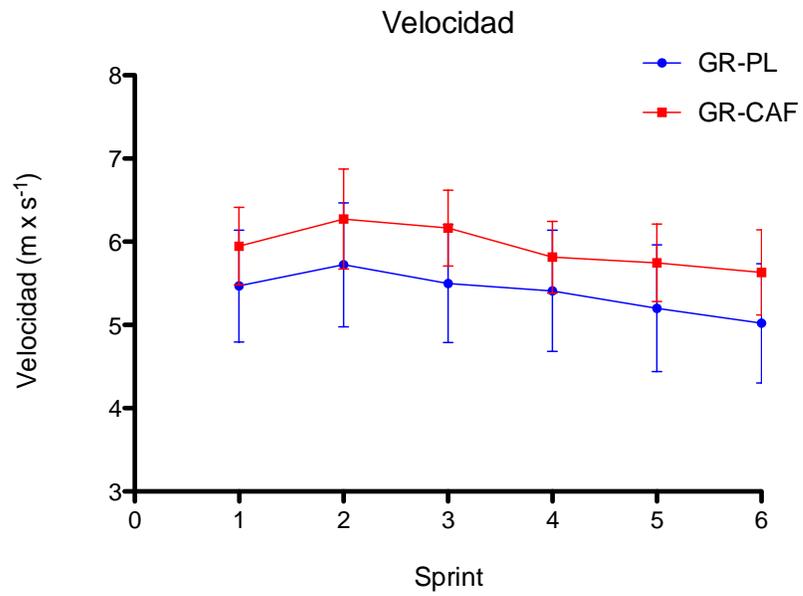


Gráfico 7. Promedio de velocidades de cada uno de los sprints.

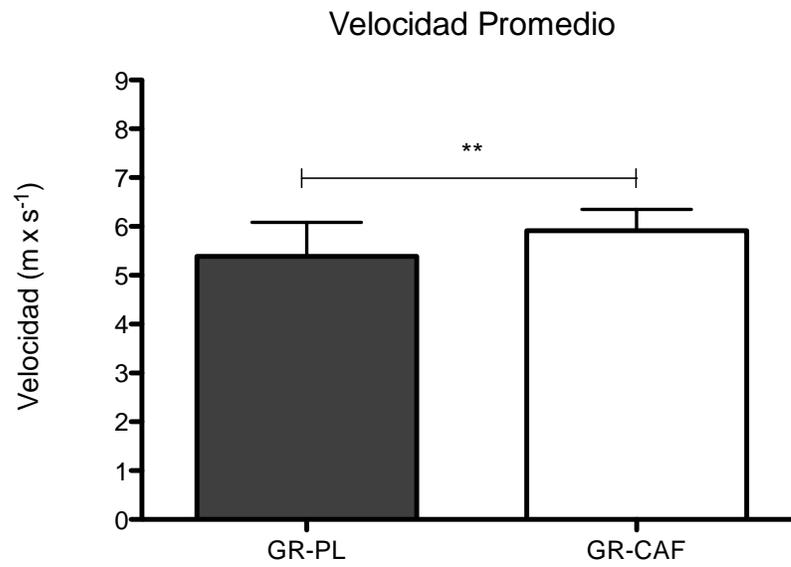


Gráfico 8. Velocidad promedio. Se muestran diferencias estadísticamente significativas  $p = 0,0034^{**}$

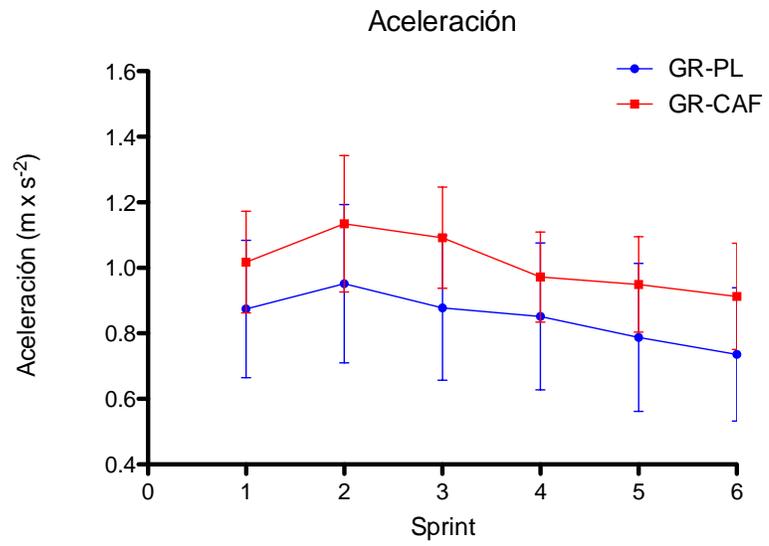


Gráfico 9. Promedio de aceleraciones de los 6 sprints.

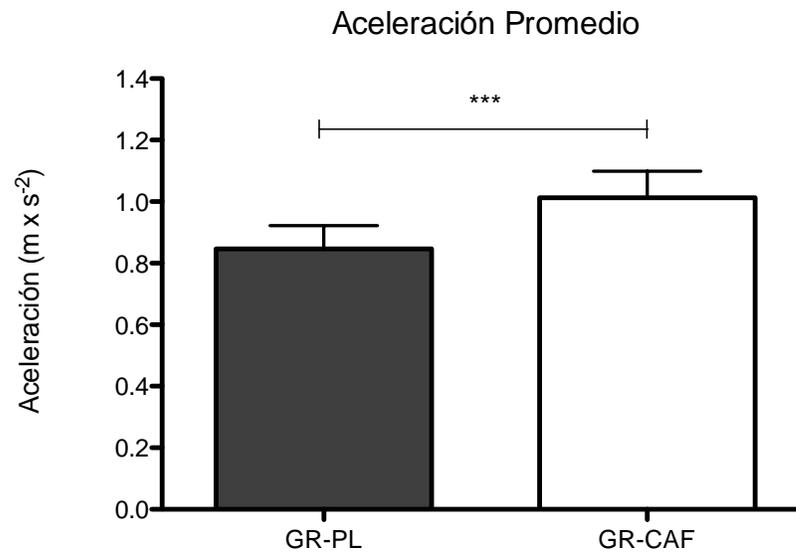


Gráfico 10. Aceleración promedio. Se muestran diferencias estadísticamente significativas  $p = 0.0026^{**}$

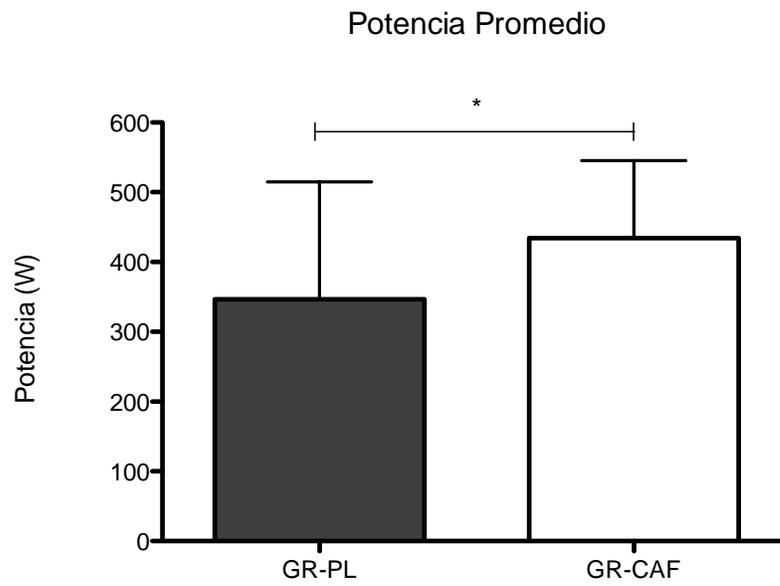


Gráfico 11. Potencia promedio. Se muestran diferencias estadísticamente significativas  $p = 0.0295^*$

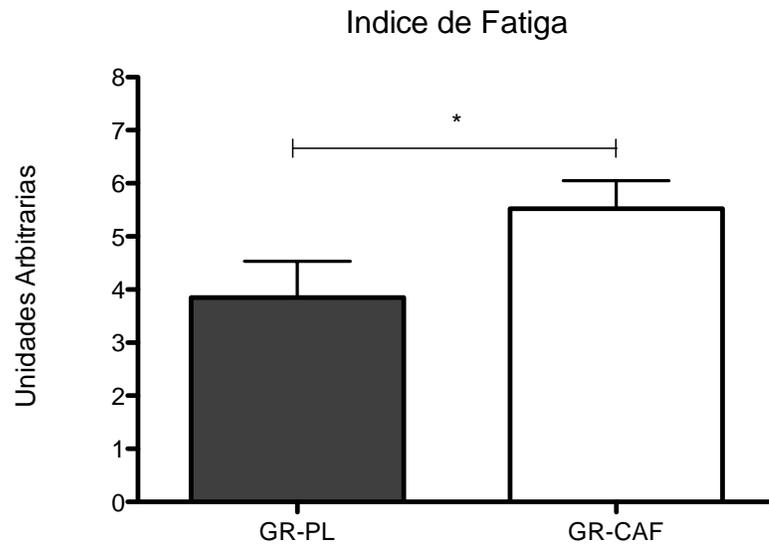


Gráfico 12. Índice de fatiga. Se muestran diferencias estadísticamente significativas  $p = 0,0294^{**}$

## **CAPÍTULO V: CONCLUSIONES**

### 5.1 Discusión

#### 5.1.1 La administración de cafeína mejora la velocidad promedio.

En base al resultado obtenido de esta investigación se puede decir que la administración de cafeína mejoró la velocidad del grupo experimental, es decir corrieron más rápido que el grupo control. Esto se debe al impacto que genera la cafeína sobre el sistema nervioso central disminuyendo la sensación de cansancio. Además cabe destacar que al consumir cafeína se produciría un aumento en la liberación de adrenalina, por lo tanto se sugiere que la disminución de la sensación de cansancio también puede que se deba al factor adrenalínico en el cual se encuentran los sujetos evaluados, generando así una mejora en la velocidad de los sujetos puesto que estos presentaban una menor sensación de cansancio. Según lo que dice (Rico-Sanz J., 1998), durante el ejercicio de alta intensidad, el glucógeno es utilizado para refosforilar ATP y de esta manera satisfacer las demandas energéticas de las fibras musculares en contracción, lo que como consecuencia conlleva a este tipo de ejercicio a una acumulación de lactato en el espacio intracelular. Se sugiere que esto también habría sido un factor en el aumento de velocidad del grupo experimental debido a que el lactato es una sustancia benéfica para que continúen los esfuerzos de alta intensidad.

### 5.1.2 La administración de cafeína mejora la potencia promedio.

La cafeína al ser un estimulante del sistema nervioso central se dice que retrasa la sensación de cansancio y/o aumenta la actividad cerebral. Según artículos previos, estos están en concordancia con lo que se plantea en este estudio, es por ello que Bishop señala que el primer factor a considerar es la potencia muscular, esta cualidad física que es la mezcla entre la velocidad y la fuerza es considerada clave en los deportes intermitentes de alta intensidad debido a que un deportista con una elevada potencia muscular es capaz de generar y desarrollar un elevado trabajo mecánico en el primer sprint y en los siguientes. No obstante, es cierto que estos atletas son los que suelen experimentar una mayor disminución en su rendimiento muscular a medida que continúa la prueba de sprints repetidos (Bishop D., Spencer M. & Lawrence S., 2003). Tanto en el presente estudio como en la investigación hecha por Bishop, estos llegan a la misma conclusión y concuerdan plenamente. Efectivamente como queda de manifiesto en los gráficos anteriormente vistos, el grupo experimental fue mucho más rápido, experimentando un mejor rendimiento que el grupo control, sin embargo el grupo experimental fue el que presentó una mayor curva de decaimiento. En conclusión, a pesar de que este último obtuvo mejores sprints estos fueron cayendo y terminaron con valores muy similares al grupo control.

### 5.1.3 La administración de cafeína no mejora el índice de fatiga.

Puesto que el grupo experimental fue más rápido, se cree que quizá la cafeína habría beneficiado a retardar la fatiga, sin embargo el índice de fatiga arrojó que el grupo experimental tuvo un mayor índice en comparación al grupo control. Aquí es donde se produce una contradicción en relación al estudio de Tomlin DL, este autor propone que

la capacidad aeróbica podría ayudar en la habilidad de repetir sprints. La condición física aeróbica es considerada un factor fundamental en la capacidad de retener la producción de potencia muscular durante una prueba de RSA, debido a que la condición aeróbica es la base para tener una buena capacidad de repetir los sprints a lo largo de la actividad física desarrollada. Esto se debe a que el mecanismo de acción que se genera en la capacidad aeróbica del sujeto podría influenciar el rendimiento en la RSA por medio de la aceleración de los procesos de recuperación durante el ejercicio intermitente (Tomlin DL. & Wenger HA. 2001). Del mismo modo Haseler LJ postula básicamente lo mismo que Tomlin DL en su estudio. Se cree que los procesos de resíntesis de PCr y el “*clearence*” de lactato durante una prueba de RSA podrían verse mejorados en sujetos con mejores niveles de capacidad aeróbica (Haseler LJ., Hogan MC. & Richardson RS., 1999). Se puede inferir entonces que pese a que el Test de Rast utiliza el metabolismo aeróbico para recuperarse entre los sprints, este no tuvo ningún impacto en el rendimiento del test. Los sujetos corrieron más rápido pero se fatigaron de igual manera más rápido.

#### 5.1.4 La administración de cafeína no mejora el porcentaje de decaimiento.

A pesar de ser más rápido el grupo experimental, se puede visualizar un dato no menor, el cual indica que la curva de decaimiento de este grupo fue mayor, por ende la cafeína no generó un retraso en la fatiga como se postulaba en un principio, no fue duradera para aquellos que la consumieron, demostrando que la cafeína no retrasó el índice de fatiga por lo tanto su curva de decaimiento fue similar al grupo control. El ejercicio de sprints intermitentes se relaciona con una elevada participación de la glucólisis anaeróbica, y consecuentemente con una gran producción y acumulación de acidosis muscular de tal manera que la reducción del pH muscular se ha asociado con la disminución en la producción de potencia durante la RSA (Gaitanos G. et al., 1993). Se

puede especular entonces que el decaimiento de la curva se debe a que el grupo que consumió cafeína al ser sus sprints más rápidos se sobre exigieron más por el consumo de esta, ya que se sabe que la cafeína estimula el sistema nervioso central provocando un estado simpático en el sujeto, aumentando la acidosis muscular durante la realización de los sprints, finalmente provocando una disminución en el rendimiento y apareciendo la fatiga.

#### 5.1.5 La administración de cafeína mejora el rendimiento en la habilidad de repetir sprints.

El resultado obtenido en el presente estudio está relacionado a la mejora del tiempo en los sprints por parte del grupo experimental en comparación con el grupo control. La cafeína produce un efecto estimulante en el sistema nervioso central, retrasando la sensación de cansancio y reduciendo la sensación de sueño (Madrono, 2010). Por ende, y en base a la investigación recientemente citada, se puede inferir que la cafeína ayudó a retrasar la sensación de cansancio al menos en los primeros tres sprints puesto que estos fueron los más rápidos y ayudaron a que el tiempo promedio fuera considerablemente menor en el grupo experimental en comparación con el grupo control posteriormente se hace presente la curva de decaimiento. Por lo tanto se puede inferir que la cafeína mejoro el rendimiento en la habilidad de repetir sprints.

## 5.2 Conclusiones

El propósito fundamental de esta investigación fue determinar el efecto agudo de la administración de cafeína sobre la habilidad de repetir sprints en sujetos físicamente activos. Las conclusiones más relevantes obtenidas fueron las siguientes:

Una de las principales conclusiones que se obtuvieron en este estudio es que la cafeína mejoró evidentemente el rendimiento en la habilidad de repetir sprints, puesto que en la variable de tiempo total la diferencia entre las medias de ambas muestras arrojó una muy alta significancia, en base a esto se puede confirmar una de las hipótesis planteadas de este estudio. Por consiguiente otro aspecto a considerar dentro de las variables del Test de Rast es la velocidad promedio, en la cual también hubo una diferencia significativa entre las medias de ambas muestras, rechazando de esta manera la hipótesis nula y afirmando que la cafeína, gracias a su efecto estimulante sobre el sistema nervioso central, permitió que los sujetos corrieran a una mayor velocidad. El resultado obtenido en la variable de potencia promedio igualmente se vio mejorado, mostrando diferencias significativas entre las muestras, esto debido a que la administración de la cafeína produce un efecto ergogénico, es decir que aumenta la potencia muscular. Se podría inferir que esto se debe a que la cafeína aumenta la disponibilidad de calcio en el músculo, por lo tanto se produce una cantidad mayor de puentes cruzados y se pierde el control motor, pero en este caso como se realizaron movimiento de alta potencia puede que haya provocado una mejora. Tomando en consideración lo anteriormente mencionado se confirma otra de las hipótesis de este estudio que es que la cafeína mejora la potencia promedio.

Otro aspecto a considerar es el índice de fatiga, los resultados obtenidos muestran que hubo diferencias significativas entre ambos grupos pero a favor del grupo control, es decir, que el índice de fatiga del grupo experimental fue mayor. Si bien la cafeína puede que mejore la capacidad aeróbica, esta vez el índice de fatiga aumento. Este resultado no fue el esperado puesto que se especulaba que la cafeína tendría un impacto más favorable en este aspecto y retardaría la aparición de la fatiga. De este modo se acepta la hipótesis nula. Se puede concluir que pese a que el Test de Rast utiliza el metabolismo aeróbico para recuperarse entre los sprints, el metabolismo aeróbico no tuvo ningún impacto en el rendimiento del test. Los sujetos corrieron más rápido pero se fatigaron de

igual manera más rápido. Aunque en todos los demás aspectos como tiempo total, velocidad promedio y potencia promedio hubo diferencias estadísticamente significativas los sujetos se sobre exigieron de mayor forma y su índice de fatiga fue más elevado.

Por último otro de los resultados obtenidos es el porcentaje de decaimiento el cual habla de cómo va cayendo la velocidad de los sprints y por ende el tiempo, es decir tiene relación con el mejor tiempo del sprint. En este apartado el grupo experimental presentó un porcentaje de decaimiento más alto, o sea su curva cayó más abruptamente. Sin embargo, no hubo diferencias significativas entre ambos grupos, los dos tuvieron el mismo comportamiento, el grupo cafeína fue más rápido pero el porcentaje de decaimiento fue igual. De esta manera se acepta la hipótesis nula de este estudio. En conclusión, el aumento de la curva de decaimiento se puede deber a que el grupo cafeína fue dos o tres veces más rápido en comparación con el grupo placebo. Esto por el hecho de que hubo un aumento en los dos o tres primeros sprints, pero esto no se mantuvo en los sprints restantes, de modo que la curva tuvo una caída más rápida.

Este estudio puede servir de base para nuevas investigaciones, las cuales puedan ahondar y profundizar más sobre este tema, como por ejemplo realizar una medición de lactato al final del Test de Rast, ya que la cafeína aumenta la producción de lactato, por lo tanto el hecho de que haya un incremento de este puede hacer que el sujeto corra más rápido porque tiene un sistema tampón buffer más elevado. De esta manera se podrían reafirmar relaciones más fuertes entre las variables del estudio.

## CAPÍTULO VI: BIBLIOGRAFÍA

Anselme, F., K. Collomp, B. Mercier, S. Ahmaidi, and C. Prefaut. (1992). **Caffeine increases maximal anaerobic power and blood lactate concentration.** Eur. J. Appl. Physiol. 65:188-191.

Barbero, Bishop, Méndez Villanueva. 2006. **La capacidad para repetir esfuerzos máximos intermitentes: Aspectos fisiológicos (1).** Revisión. Archivos de Medicina del Deporte Número 114 Págs. 299-303.

Barbero, Bishop, Méndez Villanueva. 2006. **La capacidad para repetir esfuerzos máximos intermitentes: Aspectos fisiológicos (2).** Revisión. Archivos de Medicina del Deporte Número 115 Págs. 379-389.

Bishop D, Spencer M. **Determinants of repeated sprint ability in well-trained team-sport and endurance-trained athletes.** J Sports Med Phys Fitness 2004;44:1-6.

Bishop D, Edge J, Goodman C. **Muscle buffer capacity and aerobic fitness are associated with repeated-sprint ability in women.** Eur J Appl Physiol 2004;92:540-7.

Bishop D, Edge J, Davis C, Goodman C. **Induced metabolic alkalosis affects muscle metabolism and repeated-sprint ability.** Med Sci Sports Exerc 2004;36:807-13.

Bishop D, Spencer M, Lawrence S. **Predictions of repeated-sprint ability in elite female hockey players.** J Sci Med Sport 2003;6:099-209

Burke, L., Desbrow, B., & Spriet, L. (2013). *Caffeine for Sports Performance.* Human Kinetics.

Cáceres, D. (2013). **Todo lo que hay que saber sobre la cafeína.** Retrieved from <http://blogs.lanacion.com.ar/running/actualidad/todo-lo-que-hay-que-saber-sobre-la-cafeina/>

Casanova, M. A. de. (2014). **Cafeína en deportes de resistencia.** Retrieved from <http://farmacblog.wordpress.com/2014/01/10/cafeina-en-deportes-de-resistencia/>

Christmass MA, Dawson B, Arthur PG. **Effect of work and recovery duration on skeletal muscle oxygenation and fuel use during sustained intermittent exercise.** Eur J Appl Physiol 1999;80:436-47

Gaitanos G, Williams C, Boobis L, et al. **Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise.** J Appl Physiol 1993;75:712-9.

Green HJ. **Mechanisms of muscle fatigue in intense exercise.** J Sports Sci 1997;15:247-56

Haseler LJ, Hogan MC, Richardson RS. **Skeletal muscle phosphocreatine recovery in exercise-trained humans is dependent on O<sub>2</sub> availability.** *J Appl Physiol* 1999;86:2013-8.

Jackman, M., P. Wendling, D. Friars, and T.E. Graham. (1996). **Metabolic, catecholamine and endurance responses to caffeine during intense exercise.** *J. Appl. Physiol.* 80: In press.

**La Cafeína.** (2014). Retrieved from <http://www.fitnessreal.es/cafeina/>

Lawrence Spriet, T. G. (1996). SSE #60: **Cafeína y rendimiento en el ejercicio.** *Gatorade Sports Science Institute, 9.* Retrieved from <http://www.gssiweb.org:80/es-mx/Article/sse-60-cafeína-y-rendimiento-en-el-ejercicio>

López, E. (2014). **Efectos de la cafeína en el organismo.** Retrieved August 31, 2014, from <http://www.puntofape.com/efectos-de-la-cafeina-en-el-organismo-6763/>

Madrono, A. (2010). **Cafeína y rendimiento deportivo | Nutrición para corredores** **Nutrición para corredores.** Retrieved from <http://blogs.runners.es/nutricion/cafeina-y-rendimiento-deportivo/>

Noire, A. (2013). **Efectos de la Cafeína sobre la salud.** Retrieved August 31, 2014, from <http://alimentosparacurar.com/n/33/efectos-de-la-cafeina-sobre-la-salud.html>

Posterino GS, Dutka TL, Lamb GD. **L (+)-lactate does not affect twitch and tetanic responses in mechanically skinned mammalian muscle fibres.** Pflügers Arch 2001;442:197-203.

Reilly, T. (2003). **Motion analysis and physiological demands.** Science and Soccer Second Edition.

Rico-Sanz J. **Oxidative metabolism and anaerobic glycolysis during repeated exercise.** J Physiol 1998;54:217-26.

Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lucio, P. B. (2006). *Metodología de la investigación.* MacGraw-Hill/Interamericana.

Tomlin DL, Wenger HA. **The relationship between aerobic fitness and recovery from high intensity intermittent exercise.** Sports Med 2001;31:1-11.

Valenzuela B, A. (2010). **EL CAFÉ Y SUS EFECTOS EN LA SALUD CARDIOVASCULAR Y EN LA SALUD MATERNA.** *Revista Chilena de Nutrición*, 37(4), 514–523.

Williams, J.H., J.F. Signoille, W.S. Barnes, and T.W. Henrich. (1988). **Caffeine, maximal power output and fatigue.** Br. J. Sports Med. 229:132-134.

## CAPÍTULO VII: ANEXOS



### **Consentimiento Informado para Participantes de Investigación**

El objetivo del presente documento es solicitar el consentimiento informado de los participantes de esta investigación, proporcionando una explicación clara y transparente del proceso de evaluación.

La presente investigación es conducida por Alejandro Morales, Carlos Nacur Jonathan Lillo y Nicolás Olivares, estudiantes de cuarto año de la carrera de Pedagogía en Educación Física de la Universidad Andrés Bello.

El objetivo de este estudio es *“Determinar el efecto agudo de la administración de cafeína sobre la habilidad de repetir sprints en sujetos físicamente activos”*.

La importancia y motivación de realizar un estudio sobre la administración de cafeína en individuos físicamente activos, tiene que ver con la necesidad de encontrar nuevos conocimientos sobre el posible impacto que pudiese tener esta sustancia sobre la habilidad de repetir sprint, que es una de las capacidades más importantes dentro de los deportes intermitentes como lo son el fútbol, básquetbol, hándbol, entre otros.

El diseño de esta investigación contempla comparar los resultados obtenidos de la realización de un test entre dos grupos de sujetos físicamente activos, un grupo control, al cual se le suministrara placebo y un grupo experimental, al cual le será suministrada la cápsula de cafeína.

Si usted accede a participar en este estudio, se le suministrarán 6mg de cafeína por kg de peso corporal. Después de transcurridos 70 minutos de haber ingerido esta sustancia, se realizará un suave calentamiento y mucho estiramiento para evitar cualquier tipo de lesión muscular, luego se comenzará el Test de Rast (Running-based Anaerobic Sprint Test), el cual se utiliza para medir el rendimiento anaeróbico y aporta información sobre los índices de potencia y fatiga del sujeto.

Protocolo del test:

- El sujeto evaluado debe ser pesado antes del test.
- Se debe realizar una entrada en calor de 10 - 15 minutos aproximadamente.
- Se le dará una recuperación de 5 minutos.
- Debe completar 6 pasadas de 35 metros cada una a máxima velocidad, con pausas de 10 segundos entre cada sprint.
- El evaluador toma el tiempo de cada pasada con la mayor precisión posible.

Su participación en este estudio es de carácter absolutamente voluntario y la información que se recoja será confidencial y utilizada exclusivamente para fines académicos. Toda la información personal entregada por los voluntarios, sólo será utilizada para tabular los antecedentes generales y evitar de dicha forma la repetición de los mismos.

Nombre	
Edad (años)	
Peso (kg)	
Altura (cm)	

Desde ya le agradecemos su participación.

Acepto participar en esta investigación de manera voluntaria y anónima.

Firma del Participante: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

## Resultados Test de Rast

Sujeto 1	Tiempo	Potencia	Velocidad	Aceleracion	Fuerza	Potencia Minima	Potencia Maxima	Potencia Promedio	Indice de Fatiga	Velocidad Promedio	Peso	Talla	Edad
Sprint 1	5,54	612	6,31	1,14	96,78	336	699	541	10,28	6,03	84,9	181	26
Sprint 2	5,3	699	6,6	1,25	106,12						84,9	181	26
Sprint 3	5,63	583	6,21	1,10	93,39						84,9	181	26
Sprint 4	6,01	479	5,82	0,97	82,35						84,9	181	26
Sprint 5	5,8	533	6,03	1,04	88,29						84,9	181	26
Sprint 6	6,75	338	5,18	0,77	65,37						84,9	181	26
Sujeto 2	Tiempo	Potencia	Velocidad	Aceleracion	Fuerza	Potencia Minima	Potencia Maxima	Potencia Promedio	Indice de Fatiga	Velocidad Promedio	Peso	Talla	Edad
Sprint 1	7,62	198	4,59	0,60	42,96	179	244	204	1,42	4,63	71,6	154	21
Sprint 2	7,11	244	4,92	0,69	49,40						71,6	154	21
Sprint 3	7,5	208	4,66	0,62	44,39						71,6	154	21
Sprint 4	7,43	214	4,71	0,63	45,10						71,6	154	21
Sprint 5	7,88	179	4,44	0,56	40,09						71,6	154	21
Sprint 6	7,82	183	4,47	0,57	40,81						71,6	154	21
Sujeto 3	Tiempo	Potencia	Velocidad	Aceleracion	Fuerza	Potencia Minima	Potencia Maxima	Potencia Promedio	Indice de Fatiga	Velocidad Promedio	Peso	Talla	Edad
Sprint 1	5,68	721	6,16	1,08	116,64	555	888	707	9,65	6,10	108	183	27
Sprint 2	5,3	888	6,6	1,25	135,00						108	183	27
Sprint 3	5,45	817	6,42	1,18	127,44						108	183	27
Sprint 4	5,99	615	5,84	0,97	104,76						108	183	27
Sprint 5	5,89	647	5,94	1,01	109,08						108	183	27
Sprint 6	6,2	555	5,64	0,91	98,28						108	183	27
Sujeto 4	Tiempo	Potencia	Velocidad	Aceleracion	Fuerza	Potencia Minima	Potencia Maxima	Potencia Promedio	Indice de Fatiga	Velocidad Promedio	Peso	Talla	Edad
Sprint 1	6,68	257	5,23	0,78	48,75	206	280	243	1,80	5,13	62,5	162	29
Sprint 2	6,49	280	5,39	0,83	51,87						62,5	162	29
Sprint 3	6,64	262	5,27	0,79	49,37						62,5	162	29
Sprint 4	6,86	237	5,1	0,74	46,25						62,5	162	29
Sprint 5	7,1	214	4,92	0,69	43,12						62,5	162	29
Sprint 6	7	206	4,86	0,68	42,50						62,5	162	29
Sujeto 5	Tiempo	Potencia	Velocidad	Aceleracion	Fuerza	Potencia Minima	Potencia Maxima	Potencia Promedio	Indice de Fatiga	Velocidad Promedio	Peso	Talla	Edad
Sprint 1	7,14	220	4,9	0,69	45,05	123	220	177	2,07	4,54	65,3	162	22
Sprint 2	7,27	208	4,81	0,66	43,09						65,3	162	22
Sprint 3	7,53	187	4,64	0,62	40,48						65,3	162	22
Sprint 4	7,53	187	4,64	0,62	40,48						65,3	162	22
Sprint 5	8,36	137	4,18	0,50	32,65						65,3	162	22
Sprint 6	8,66	123	4,04	0,47	30,69						65,3	162	22
Sujeto 6	Tiempo	Potencia	Velocidad	Aceleracion	Fuerza	Potencia Minima	Potencia Maxima	Potencia Promedio	Indice de Fatiga	Velocidad Promedio	Peso	Talla	Edad
Sprint 1													
Sprint 2													
Sprint 3													
Sprint 4													
Sprint 5													
Sprint 6													
Sujeto 7	Tiempo	Potencia	Velocidad	Aceleracion	Fuerza	Potencia Minima	Potencia Maxima	Potencia Promedio	Indice de Fatiga	Velocidad Promedio	Peso	Talla	Edad
Sprint 1	7,98	165	4,38	0,55	37,67	132	178	152	0,91	4,26	68,5	163	21
Sprint 2	7,79	178	4,49	0,58	39,73						68,5	163	21
Sprint 3	7,96	166	4,39	0,55	37,67						68,5	163	21
Sprint 4	8,45	139	4,14	0,49	33,56						68,5	163	21
Sprint 5	8,59	132	4,07	0,47	32,19						68,5	163	21
Sprint 6	8,56	134	4,08	0,48	32,88						68,5	163	21
Sujeto 8	Tiempo	Potencia	Velocidad	Aceleracion	Fuerza	Potencia Minima	Potencia Maxima	Potencia Promedio	Indice de Fatiga	Velocidad Promedio	Peso	Talla	Edad
Sprint 1	7,17	266	4,88	0,68	54,33	207	282	245	1,68	4,74	79,9	157	20
Sprint 2	7,03	282	4,97	0,71	56,72						79,9	157	20
Sprint 3	7,16	267	4,88	0,68	54,33						79,9	157	20
Sprint 4	7,45	237	4,69	0,63	50,33						79,9	157	20
Sprint 5	7,76	209	4,51	0,58	46,34						79,9	157	20
Sprint 6	7,79	207	4,49	0,58	46,34						79,9	157	20
Sujeto 9	Tiempo	Potencia	Velocidad	Aceleracion	Fuerza	Potencia Minima	Potencia Maxima	Potencia Promedio	Indice de Fatiga	Velocidad Promedio	Peso	Talla	Edad
Sprint 1	6,11	376	5,72	0,94	65,80	383	478	427	2,89	5,97	70	164	24
Sprint 2	5,64	478	6,2	1,10	77,00						70	164	24
Sprint 3	5,71	461	6,12	1,07	74,90						70	164	24
Sprint 4	5,91	415	5,92	1,00	70,00						70	164	24
Sprint 5	5,76	449	6,07	1,05	73,50						70	164	24
Sprint 6	6,07	383	5,76	0,95	66,50						70	164	24
Sujeto 10	Tiempo	Potencia	Velocidad	Aceleracion	Fuerza	Potencia Minima	Potencia Maxima	Potencia Promedio	Indice de Fatiga	Velocidad Promedio	Peso	Talla	Edad
Sprint 1	5,6	503	6,25	1,12	80,75	374	570	478	5,70	6,12	72,1	171	28
Sprint 2	5,37	570	6,51	1,21	87,24						72,1	171	28
Sprint 3	5,39	564	6,49	1,20	86,52						72,1	171	28
Sprint 4	5,78	457	6,05	1,05	75,70						72,1	171	28
Sprint 5	6,06	397	5,77	0,95	68,49						72,1	171	28
Sprint 6	6,18	374	5,66	0,92	66,33						72,1	171	28

Sujeto 11	Tiempo	Potencia	Velocidad	Aceleracion	Fuerza	Potencia Minima	Potencia Maxima	Potencia Promedio	Indice de Fatiga	Velocidad Promedio	Peso	Talla	Edad
Sprint 1	5,68	414	6,16	1,08	66,96	297	414	363	3,29	5,89	62	173	27
Sprint 2	5,89	372	5,94	1,01	62,62						62	173	27
Sprint 3	5,79	391	6,04	1,04	64,48						62	173	27
Sprint 4	5,9	370	5,93	1,01	62,62						62	173	27
Sprint 5	6,1	335	5,73	0,94	58,28						62	173	27
Sprint 6	6,35	297	5,51	0,87	53,94						62	173	27
Sujeto 12	Tiempo	Potencia	Velocidad	Aceleracion	Fuerza	Potencia Minima	Potencia Maxima	Potencia Promedio	Indice de Fatiga	Velocidad Promedio	Peso	Talla	Edad
Sprint 1	6,26	340	5,59	0,89	60,60	307	398	347	2,44	5,62	68,1	173	19
Sprint 2	5,94	398	5,89	0,99	67,41						68,1	173	19
Sprint 3	6,37	323	5,49	0,86	58,56						68,1	173	19
Sprint 4	6,09	369	5,74	0,94	64,01						68,1	173	19
Sprint 5	6,48	307	5,4	0,83	56,52						68,1	173	19
Sprint 6	6,22	347	5,62	0,90	61,29						68,1	173	19
Sujeto 13	Tiempo	Potencia	Velocidad	Aceleracion	Fuerza	Potencia Minima	Potencia Maxima	Potencia Promedio	Indice de Fatiga	Velocidad Promedio	Peso	Talla	Edad
Sprint 1	5,65	444	5,26	0,93	60,72	305	478	385	4,84	5,74	65,3	167	23
Sprint 2	5,51	478	6,35	1,15	75,09						65,3	167	23
Sprint 3	5,89	391	5,94	1,01	65,95						65,3	167	23
Sprint 4	6,01	368	5,82	0,97	63,34						65,3	167	23
Sprint 5	6,26	326	5,59	0,89	58,11						65,3	167	23
Sprint 6	6,4	305	5,46	0,85	55,50						65,3	167	23
Sujeto 14	Tiempo	Potencia	Velocidad	Aceleracion	Fuerza	Potencia Minima	Potencia Maxima	Potencia Promedio	Indice de Fatiga	Velocidad Promedio	Peso	Talla	Edad
Sprint 1	6,69	212	5,23	0,78	40,48	142	216	181	1,74	4,94	51,9	155	25
Sprint 2	6,65	216	5,26	0,79	41,00						51,9	155	25
Sprint 3	7,08	179	4,94	0,70	36,33						51,9	155	25
Sprint 4	7,23	168	4,84	0,67	34,77						51,9	155	25
Sprint 5	7,26	166	4,82	0,66	34,25						51,9	155	25
Sprint 6	7,65	142	4,57	0,60	31,14						51,9	155	25
Sujeto 15	Tiempo	Potencia	Velocidad	Aceleracion	Fuerza	Potencia Minima	Potencia Maxima	Potencia Promedio	Indice de Fatiga	Velocidad Promedio	Peso	Talla	Edad
Sprint 1	7,88	178	4,44	0,56	39,81	140	201	178	1,28	4,43	71,1	168	21
Sprint 2	7,57	201	4,62	0,61	43,37						71,1	168	21
Sprint 3	7,69	192	4,55	0,59	41,94						71,1	168	21
Sprint 4	7,6	198	4,6	0,61	43,37						71,1	168	21
Sprint 5	8,13	162	4,3	0,53	37,68						71,1	168	21
Sprint 6	8,54	140	4,09	0,48	34,12						71,1	168	21
Sujeto 16	Tiempo	Potencia	Velocidad	Aceleracion	Fuerza	Potencia Minima	Potencia Maxima	Potencia Promedio	Indice de Fatiga	Velocidad Promedio	Peso	Talla	Edad
Sprint 1	7,34	168	4,76	0,65	35,23	108	222	159	2,50	4,65	54,2	152	25
Sprint 2	6,69	222	5,23	0,78	42,27						54,2	152	25
Sprint 3	7,13	183	4,9	0,69	37,39						54,2	152	25
Sprint 4	7,63	149	4,58	0,60	32,52						54,2	152	25
Sprint 5	8,13	124	4,3	0,53	28,72						54,2	152	25
Sprint 6	8,5	108	4,11	0,48	26,01						54,2	152	25
Sujeto 17	Tiempo	Potencia	Velocidad	Aceleracion	Fuerza	Potencia Minima	Potencia Maxima	Potencia Promedio	Indice de Fatiga	Velocidad Promedio	Peso	Talla	Edad
Sprint 1	5,36	500	6,52	1,22	76,73	434	503	471	2,10	6,39	62,9	170	
Sprint 2	5,44	479	6,43	1,18	74,22						62,9	170	
Sprint 3	5,62	434	6,22	1,11	69,81						62,9	170	
Sprint 4	5,35	503	6,54	1,22	76,73						62,9	170	
Sprint 5	5,49	466	6,37	1,16	72,96						62,9	170	
Sprint 6	5,58	443	6,27	1,12	70,44						62,9	170	
Sujeto 18	Tiempo	Potencia	Velocidad	Aceleracion	Fuerza	Potencia Minima	Potencia Maxima	Potencia Promedio	Indice de Fatiga	Velocidad Promedio	Peso	Talla	Edad
Sprint 1	5,9	389	5,93	1,01	65,95	326	412	381	2,40	5,88	65,3	163	31
Sprint 2	5,79	412	6,04	1,04	67,91						65,3	163	31
Sprint 3	5,86	398	5,97	1,02	66,60						65,3	163	31
Sprint 4	5,88	393	5,95	1,01	65,95						65,3	163	31
Sprint 5	6,03	365	5,8	0,96	62,68						65,3	163	31
Sprint 6	6,26	326	5,59	0,89	58,11						65,3	163	31
Sujeto 19	Tiempo	Potencia	Velocidad	Aceleracion	Fuerza	Potencia Minima	Potencia Maxima	Potencia Promedio	Indice de Fatiga	Velocidad Promedio	Peso	Talla	Edad
Sprint 1	5,64	553	6,2	1,10	89,10	446	726	571	8,33	6,25	81	183	
Sprint 2	5,15	726	6,79	1,32	106,92						81	183	
Sprint 3	5,71	533	6,12	1,07	86,67						81	183	
Sprint 4	5,36	644	6,52	1,22	98,82						81	183	
Sprint 5	5,74	525	6,09	1,06	85,86						81	183	
Sprint 6	6,06	446	5,77	0,95	76,95						81	183	
Sujeto 20	Tiempo	Potencia	Velocidad	Aceleracion	Fuerza	Potencia Minima	Potencia Maxima	Potencia Promedio	Indice de Fatiga	Velocidad Promedio	Peso	Talla	Edad
Sprint 1	6,53	229	5,35	0,82	42,64	104	229	168	2,83	4,80	52	165	
Sprint 2	6,78	204	5,16	0,76	39,52						52	165	
Sprint 3	7,17	173	4,88	0,68	35,36						52	165	
Sprint 4	7,32	162	4,78	0,65	33,80						52	165	
Sprint 5	7,74	137	4,52	0,58	30,16						52	165	
Sprint 6	8,49	104	4,12	0,49	25,48						52	165	
Sujeto 21	Tiempo	Potencia	Velocidad	Aceleracion	Fuerza	Potencia Minima	Potencia Maxima	Potencia Promedio	Indice de Fatiga	Velocidad Promedio	Peso	Talla	Edad
Sprint 1	6,34	511	5,52	0,87	92,22	409	741	558	8,90	5,65	106	179	
Sprint 2	5,6	741	6,25	1,12	118,72						106	179	
Sprint 3	5,98	609	5,85	0,98	103,88						106	179	
Sprint 4	5,84	654	5,99	1,03	109,18						106	179	
Sprint 5	6,76	422	5,17	0,76	80,56						106	179	
Sprint 6	6,83	409	5,12	0,75	79,50						106	179	

Sujeto 1	Tiempo	Potencia	Velocidad	Aceleracion	Fuerza	Potencia Minima	Potencia Maxima	Potencia Promedio	Indice de Fatiga	Velocidad Promedio	Peso	Talla	Edad
Sprint 1	6,73	243	5,20	0,77	46,59	200	294	250	2,32	5,24	60,5	149	19
Sprint 2	6,75	241	5,19	0,77	46,59								
Sprint 3	6,39	284	5,48	0,86	52,03								
Sprint 4	6,32	294	5,54	0,88	53,24								
Sprint 5	6,75	241	5,19	0,77	46,59								
Sprint 6	7,18	200	4,87	0,68	41,14								
Sujeto 2	Tiempo	Potencia	Velocidad	Aceleracion	Fuerza	Potencia Minima	Potencia Maxima	Potencia Promedio	Indice de Fatiga	Velocidad Promedio	Peso	Talla	Edad
Sprint 1	6,46	278	5,42	0,84	51,41	228	515	322	7,63	5,64	61,2	164	21
Sprint 2	5,85	374	5,98	1,02	62,42								
Sprint 3	5,26	515	6,65	1,27	77,72								
Sprint 4	6,3	300	5,56	0,88	53,86								
Sprint 5	6,81	237	5,14	0,75	45,90								
Sprint 6	6,9	228	5,07	0,74	45,29								
Sujeto 3	Tiempo	Potencia	Velocidad	Aceleracion	Fuerza	Potencia Minima	Potencia Maxima	Potencia Promedio	Indice de Fatiga	Velocidad Promedio	Peso	Talla	Edad
Sprint 1	6,45	386	5,43	0,84	71,06	374	557	432	4,88	5,62	84,6	175	26
Sprint 2	6,52	374	5,37	0,82	69,37								
Sprint 3	5,71	557	6,13	1,07	90,52								
Sprint 4	6,15	446	5,69	0,93	78,68								
Sprint 5	6,27	420	5,58	0,89	75,29								
Sprint 6	6,32	411	5,54	0,88	74,45								
Sujeto 4	Tiempo	Potencia	Velocidad	Aceleracion	Fuerza	Potencia Minima	Potencia Maxima	Potencia Promedio	Indice de Fatiga	Velocidad Promedio	Peso	Talla	Edad
Sprint 1	7,13	170	4,91	0,69	34,78	117	170	145	1,18	4,63	50,4	151	20
Sprint 2	7,13	170	4,91	0,69	34,78								
Sprint 3	7,17	167	4,88	0,68	34,27								
Sprint 4	7,86	127	4,45	0,57	28,73								
Sprint 5	8,09	117	4,33	0,53	26,71								
Sprint 6	8,09	117	4,33	0,53	26,71								
Sujeto 5	Tiempo	Potencia	Velocidad	Aceleracion	Fuerza	Potencia Minima	Potencia Maxima	Potencia Promedio	Indice de Fatiga	Velocidad Promedio	Peso	Talla	Edad
Sprint 1	5,5	582	6,36	1,16	91,64	367	582	508	6,16	5,79	79	178	21
Sprint 2	5,51	579	6,35	1,15	90,85								
Sprint 3	5,57	560	6,28	1,13	89,27								
Sprint 4	6,03	441	5,80	0,96	75,84								
Sprint 5	5,72	517	6,12	1,07	84,53								
Sprint 6	6,41	367	5,46	0,85	67,15								
Sujeto 6	Tiempo	Potencia	Velocidad	Aceleracion	Fuerza	Potencia Minima	Potencia Maxima	Potencia Promedio	Indice de Fatiga	Velocidad Promedio	Peso	Talla	Edad
Sprint 1	5,69	459	6,15	1,08	74,63	337	492	418	4,40	5,95	69,1	167	20
Sprint 2	5,9	412	5,93	1,01	69,79								
Sprint 3	5,56	492	6,29	1,13	78,08								
Sprint 4	5,99	394	5,84	0,98	67,72								
Sprint 5	5,9	412	5,93	1,01	69,79								
Sprint 6	6,31	337	5,55	0,88	60,81								
Sujeto 7	Tiempo	Potencia	Velocidad	Aceleracion	Fuerza	Potencia Minima	Potencia Maxima	Potencia Promedio	Indice de Fatiga	Velocidad Promedio	Peso	Talla	Edad
Sprint 1	5,93	385	5,90	1,00	65,50	330	433	385	2,89	5,90	65,5	163	19
Sprint 2	5,82	407	6,01	1,03	67,47								
Sprint 3	5,79	413	6,04	1,04	68,12								
Sprint 4	6,16	343	5,68	0,92	60,26								
Sprint 5	5,7	433	6,14	1,08	70,74								
Sprint 6	6,24	330	5,61	0,90	58,95								
Sujeto 8	Tiempo	Potencia	Velocidad	Aceleracion	Fuerza	Potencia Minima	Potencia Maxima	Potencia Promedio	Indice de Fatiga	Velocidad Promedio	Peso	Talla	Edad
Sprint 1	5,34	555	6,55	1,23	84,87	351	598	480	7,24	6,21	69	176	19
Sprint 2	5,21	598	6,72	1,29	89,01								
Sprint 3	5,22	594	6,70	1,28	88,32								
Sprint 4	5,82	429	6,01	1,03	71,07								
Sprint 5	6,21	353	5,64	0,91	62,79								
Sprint 6	6,22	351	5,63	0,90	62,10								
Sujeto 9	Tiempo	Potencia	Velocidad	Aceleracion	Fuerza	Potencia Minima	Potencia Maxima	Potencia Promedio	Indice de Fatiga	Velocidad Promedio	Peso	Talla	Edad
Sprint 1	5,85	398	5,98	1,02	66,30	361	484	412	3,52	6,05	65	171	33
Sprint 2	5,48	484	6,39	1,17	76,05								
Sprint 3	5,71	428	6,13	1,07	69,55								
Sprint 4	5,84	400	5,99	1,03	66,95								
Sprint 5	5,83	402	6,00	1,03	66,95								
Sprint 6	6,04	361	5,79	0,96	62,40								
Sujeto 10	Tiempo	Potencia	Velocidad	Aceleracion	Fuerza	Potencia Minima	Potencia Maxima	Potencia Promedio	Indice de Fatiga	Velocidad Promedio	Peso	Talla	Edad
Sprint 1	5,81	471	6,02	1,04	78,42	471	762	581	8,89	6,44	75,4	177	27
Sprint 2	4,95	762	7,07	1,43	107,82								
Sprint 3	5,3	620	6,60	1,25	94,25								
Sprint 4	5,45	571	6,42	1,18	88,97								
Sprint 5	5,68	504	6,16	1,08	81,43								
Sprint 6	5,48	561	6,39	1,17	88,22								

Sujeto 11	Tiempo	Potencia	Velocidad	Aceleracion	Fuerza	Potencia Minima	Potencia Maxima	Potencia Promedio	Indice de Fatiga	Velocidad Promedio	Peso	Talla	Edad
Sprint 1	6,02	437	5,81	0,97	75,47	437	619	531	5,35	6,19	77,8	165	21
Sprint 2	5,36	619	6,53	1,22	94,92								
Sprint 3	5,42	599	6,46	1,19	92,58								
Sprint 4	5,91	462	5,92	1,00	77,80								
Sprint 5	5,82	483	6,01	1,03	80,13								
Sprint 6	5,45	589	6,42	1,18	91,80								
Sujeto 12	Tiempo	Potencia	Velocidad	Aceleracion	Fuerza	Potencia Minima	Potencia Maxima	Potencia Promedio	Indice de Fatiga	Velocidad Promedio	Peso	Talla	Edad
Sprint 1	5,31	472	6,59	1,24	71,55	390	586	479	6,17	6,61	57,7	162	22
Sprint 2	4,94	586	7,09	1,43	82,51								
Sprint 3	5,22	497	6,70	1,28	73,86								
Sprint 4	5,3	475	6,60	1,25	72,13								
Sprint 5	5,66	390	6,18	1,09	62,89								
Sprint 6	5,37	456	6,52	1,21	69,82								
Sujeto 13	Tiempo	Potencia	Velocidad	Aceleracion	Fuerza	Potencia Minima	Potencia Maxima	Potencia Promedio	Indice de Fatiga	Velocidad Promedio	Peso	Talla	Edad
Sprint 1	5,71	482	6,13	1,07	78,43	379	607	488	6,65	6,14	73,3	169	23
Sprint 2	5,29	607	6,62	1,25	91,63								
Sprint 3	5,6	511	6,25	1,12	82,10								
Sprint 4	5,63	503	6,22	1,10	80,63								
Sprint 5	5,86	446	5,97	1,02	74,77								
Sprint 6	6,19	379	5,65	0,91	66,70								
Sujeto 14	Tiempo	Potencia	Velocidad	Aceleracion	Fuerza	Potencia Minima	Potencia Maxima	Potencia Promedio	Indice de Fatiga	Velocidad Promedio	Peso	Talla	Edad
Sprint 1	5,44	664	6,43	1,18	102,90	510	709	593	5,87	6,19	87,2	182	25
Sprint 2	5,32	709	6,58	1,24	108,13								
Sprint 3	5,81	545	6,02	1,04	90,67								
Sprint 4	5,78	553	6,06	1,05	91,56								
Sprint 5	5,69	580	6,15	1,08	94,18								
Sprint 6	5,94	510	5,89	0,99	86,33								
Sujeto 15	Tiempo	Potencia	Velocidad	Aceleracion	Fuerza	Potencia Minima	Potencia Maxima	Potencia Promedio	Indice de Fatiga	Velocidad Promedio	Peso	Talla	Edad
Sprint 1	5,93	465	5,90	1,00	79,20	392	558	478	4,70	5,94	79,2	174	19
Sprint 2	5,59	555	6,26	1,12	88,70								
Sprint 3	5,58	558	6,27	1,12	88,70								
Sprint 4	5,83	490	6,00	1,03	81,58								
Sprint 5	6,21	405	5,64	0,91	72,07								
Sprint 6	6,28	392	5,57	0,89	70,49								
Sujeto 16	Tiempo	Potencia	Velocidad	Aceleracion	Fuerza	Potencia Minima	Potencia Maxima	Potencia Promedio	Indice de Fatiga	Velocidad Promedio	Peso	Talla	Edad
Sprint 1	6,45	279	5,43	0,84	51,32	256	352	306	2,55	5,59	61,1	165	20
Sprint 2	5,97	352	5,86	0,98	59,88								
Sprint 3	6,02	343	5,81	0,97	59,27								
Sprint 4	6,29	301	5,56	0,88	53,77								
Sprint 5	6,26	305	5,59	0,89	54,38								
Sprint 6	6,64	256	5,27	0,79	48,27								
Sujeto 17	Tiempo	Potencia	Velocidad	Aceleracion	Fuerza	Potencia Minima	Potencia Maxima	Potencia Promedio	Indice de Fatiga	Velocidad Promedio	Peso	Talla	Edad
Sprint 1	5,89	490	5,94	1,01	82,62	373	755	488	10,66	5,90	81,8	177	24
Sprint 2	5,1	755	6,86	1,35	110,43								
Sprint 3	6,04	455	5,79	0,96	78,53								
Sprint 4	6,24	412	5,61	0,90	73,62								
Sprint 5	6,45	373	5,43	0,84	68,71								
Sprint 6	6,1	441	5,74	0,94	76,89								
Sujeto 18	Tiempo	Potencia	Velocidad	Aceleracion	Fuerza	Potencia Minima	Potencia Maxima	Potencia Promedio	Indice de Fatiga	Velocidad Promedio	Peso	Talla	Edad
Sprint 1	5,75	505	6,09	1,06	82,99	402	570	475	4,75	5,96	78,3	174	25
Sprint 2	5,52	570	6,34	1,15	90,05								
Sprint 3	5,74	507	6,10	1,06	82,99								
Sprint 4	6	444	5,83	0,97	75,95								
Sprint 5	6,11	421	5,73	0,94	73,60								
Sprint 6	6,2	402	5,65	0,91	71,25								
Sujeto 19	Tiempo	Potencia	Velocidad	Aceleracion	Fuerza	Potencia Minima	Potencia Maxima	Potencia Promedio	Indice de Fatiga	Velocidad Promedio	Peso	Talla	Edad
Sprint 1	5,61	517	6,24	1,11	82,70	402	653	523	7,43	6,24	74,5	182	22
Sprint 2	5,33	603	6,57	1,23	91,64								
Sprint 3	5,19	653	6,74	1,30	96,85								
Sprint 4	5,9	444	5,93	1,01	75,25								
Sprint 5	5,61	517	6,24	1,11	82,70								
Sprint 6	6,1	402	5,74	0,94	70,03								
Sujeto 20	Tiempo	Potencia	Velocidad	Aceleracion	Fuerza	Potencia Minima	Potencia Maxima	Potencia Promedio	Indice de Fatiga	Velocidad Promedio	Peso	Talla	Edad
Sprint 1	5,41	463	6,47	1,20	71,88	299	550	394	7,25	6,10	59,9	167	21
Sprint 2	5,11	550	6,85	1,34	80,27								
Sprint 3	5,87	363	5,96	1,02	61,09								
Sprint 4	6,26	299	5,59	0,89	53,31								
Sprint 5	6,06	330	5,78	0,95	56,91								
Sprint 6	5,88	361	5,95	1,01	60,50								