



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y EDUCACIÓN
ESCUELA DE EDUCACIÓN FÍSICA**

**EFECTO AGUDO DE UN PROGRAMA DE RESISTENCIA
VARIABLE INTRA-SERIE EN SENTADILLA SOBRE EL TIEMPO
REALIZADO EN 30 METROS PLANOS EN MUJERES
VELOCISTAS DE LA V REGION**

**TRABAJO DE TÍTULO PARA OPTAR AL GRADO DE
LICENCIADO EN EDUCACIÓN Y AL TÍTULO DE PROFESOR DE
EDUCACIÓN FÍSICA**

TESISTAS: Luciano Apolonio Caneo

Daniel Galaz Campos

Felipe Vidal Soriano

Dahian Siebald Retamal

PROFESOR GUÍA: Fernando Rodríguez Rodríguez

VIÑA DEL MAR, 2017



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y EDUCACIÓN
ESCUELA DE EDUCACIÓN FÍSICA**

**EFECTO AGUDO DE UN PROGRAMA DE RESISTENCIA
VARIABLE INTRA-SERIE EN SENTADILLA SOBRE EL TIEMPO
REALIZADO EN 30 METROS PLANOS EN MUJERES
VELOCISTAS DE LA V REGION**

**TRABAJO DE TÍTULO PARA OPTAR AL GRADO DE
LICENCIADO EN EDUCACIÓN Y AL TÍTULO DE PROFESOR DE
EDUCACIÓN FÍSICA**

TESISTAS: Luciano Apolonio Caneo

Daniel Galaz Campos

Felipe Vidal Soriano

Dahian Siebald Retamal

PROFESOR GUÍA: Fernando Rodríguez Rodríguez

VIÑA DEL MAR, 2017

AGRADECIMIENTOS

Antes de comenzar, como grupo queremos agradecer en primera instancia a los atletas quienes en su pre temporada accedieron a cooperar y ser parte de esta investigación, cumpliendo con horarios y exigiéndose al máximo durante el tratamiento. Además, agradecemos a sus distintos entrenadores y clubes quienes también accedieron y dieron fe a que nuestro trabajo sería serio y de alta envergadura.

De manera especial damos las gracias al profesor Javier Sánchez Sánchez, de la Universidad Pontificia de Salamanca, España. Quien nos dio en primera instancia el incentivo y sembró en nosotros la curiosidad por estudiar el tema tratado en esta investigación. A los profesores Jorge Cansino López, coordinador del área de apoyo de ciencias al deportista del centro de alto rendimiento CAR- Chile, por aportar con su conocimiento en el tratamiento, brindándonos apoyo en la práctica, aportando implementación y consejos prácticos. Se agradece también al profesor Sergio Galdámes Manquileo, por su apoyo técnico frente a las atletas y practico durante la puesta en marcha del tratamiento.

De manera destacada, queremos reconocer y agradecer al profesor Fernando Rodríguez Rodríguez por su profesionalismo y ser el primero en entregarnos su apoyo respecto al tema de investigación, también al profesor Álvaro Huerta Ojeda, quien aun sin ser nosotros alumnos de su institución de trabajo, nos adoptó como si lo fuéramos, realizando por nosotros y por el tema de investigación una entrega total y desinteresada. Gracias profesores por atendernos con tal amabilidad y entregarnos conocimientos básicos de la investigación y adentrarnos en su mundo, gracias por ser nuestros guías y tenernos la paciencia suficiente durante este año de trabajo.

A todos muchas gracias.

DEDICATORIAS

Quiero agradecer a todas las personas que de una u otra forma me ayudaron en este camino universitario, docentes, compañeros, amigos, personal administrativo y en especial a mis padres y hermana por su cariño y apoyo incondicional, por creer siempre en mis capacidades y acompañarme en cada una de las etapas que viví durante esta experiencia. Nadie dijo que sería un proceso fácil, y a pesar de las dificultades que se presentaron en estos años, fueron pieza clave de mi motivación para sacar esto adelante.

También quiero agradecer a la Pontificia universidad católica de Valparaíso junto con la escuela de pedagogía en educación física por permitirme ser parte de esta gran institución, y abrirme las puertas para formarme como docente, la cual, sin dudas, volvería a elegir.

Luciano Apolonio Caneo, 2017

Para todas las personas que confiaron en mí, familia, amigos del Judo y de la vida, profesores y conocidos que de alguna forma me alentaron a seguir progresando en mi formación profesional. Especialmente doy gracias a mis padres Raúl Galaz utreras y Ruth Campos Espinoza quienes han sido el pilar fundamental durante toda mi vida; a mi compañera y novia Allyson Quevedo Muñoz que siempre me ha guiado en mis decisiones, dándome sus palabras de aliento cuando tengo dificultades; a mi hermana Nicole Galaz por hacer hasta lo imposible por ayudarme en cumplir mis sueños y también a mi hermano Alan Castillo por siempre estar presente cuando más lo he necesitado y brindarme su amistad incondicional.

También quiero agradecer a la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso porque me dio la oportunidad de realizar un semestre en la ciudad de salamanca, España siendo esto el detonador de mis futuros proyectos como Profesor de Educación Física. Gracias totales.

Daniel Galaz Campos, 2017

A todas las personas que de alguna manera aportaron en este trabajo, en especial a mis padres y familia, quienes siempre han confiado en mis capacidades, me alientan en tiempos malos y celebran mis triunfos, incluso frente a las dificultades nunca han negado el apoyo ni económico ni emocional sin ustedes nada de lo que soy ahora sería posible.

Al profesor Álvaro Huerta, quien entregó de su tiempo y trabajo para hacer posible esta investigación, aportándonos conocimientos y sentando en nosotros curiosidad por el área de la investigación, iluminándonos el camino hacia lo que sería nuestra última etapa como estudiantes.

No olvidar a mis compañeros de tesis, con quienes compartimos ya bastante tiempo, primero como simples compañeros de carrera, posteriormente cumpliendo juntos el sueño de estudiar y vivir en el extranjero y ahora como compañeros de nuestra última batalla.

Dahian Siebald Retamal, 2017

A José Luís, mi papá y Catalina, mi hermana por ser pilares fundamentales en mi vida, impulsándome siempre hacia delante con sus consejos y dándome ánimos de continuar cuando veía difícil seguir. A mis compañeros de tesis que, a pesar de los obstáculos, hemos logrado salir adelante en todo lo que nos hemos propuesto con la investigación. A mis amigos con quienes viví experiencias que llenaron de momentos inolvidables mis días en la universidad. Y finalmente a Karina, mi polola, que ha estado conmigo en todo momento durante la carrera, dándome ánimo y ganas de continuar para poder ser la mejor versión de mí.

“Los retos hacen que la vida sea interesante. Superarlos es lo que hace que la vida tenga sentido.” (Ralph Waldo Emerson).

Felipe Vidal Soriano, 2017

TABLA DE CONTENIDOS

TITULO	CONTENIDO	Pág.
Índice de Tablas		IX
Índice de Figuras		IX
Índice de Gráficos		X
Índice de Abreviaciones		XI
Resumen		XII
Abstract		XIV
Introducción		1
Capítulo I:	MARCO REFERENCIAL	5
	1.1. Aptitudes Físicas en Velocistas	6
	1.1.1. Potencia inicial	6
	1.1.2. Potencia de Aceleración	6
	1.1.3. Potencia Resistencia	6
	1.1.4. Fuerza Reactiva	7
	1.1.5. Fuerza Inicial	7
	1.2. Métodos de Entrenamientos	7
	1.2.1. Método Balísticos	8
	1.2.2. Método Velocidad – Fuerza	8
	1.2.3. Método Fuerza Velocidad	9
	1.2.4. Método de Repeticiones Controladas	9
	1.2.5. Método Máximo	9
	1.2.6. Método Supra – Máximo	10
	1.3. Métodos para conseguir desarrollo específico de la Potencia	10
	1.3.1. Ejercicios Pliométricos	11
	1.3.2. Métodos de Contrastes	11
	1.3.3. Resistencia Variable	11
	1.3.3.1. Resistencia Variable Inter – Sesión	12
	1.3.3.2. Resistencia Variable Intra – Sesión	12
	1.3.3.3. Resistencia Variable Intra – Repetición	13
	1.3.3.4. Resistencia Variable Intra – Serie	13
	1.4. Potenciación Post Activación	13
	1.4.1. Fases de la PAP	15
	1.4.2. Fisiología de la PAP	16
	1.4.3. Relación Activación y Recuperación de la PAP	17
	1.4.4. Fatigas Asociadas a la PAP	18
	1.4.5. Métodos de Activación para producir PAP	20

Capítulo II:	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	22
	2.1. Planteamiento del Problema	23
	2.1.1. Pregunta de Investigación	24
	2.2. Hipótesis	24
	2.3. Objetivos de Investigación	24
	Objetivo General	24
	Objetivos Específicos	25
	2.4. Justificación de la Investigación	25
	2.5. Impacto Esperado	26
	2.6. Metodología	27
	2.6.1. Tipo de Estudio	27
	2.6.2. Diseño de la Investigación.	27
	2.6.3. Contexto del Estudio y Selección de los Informantes	27
	2.6.4. Definición de variables	28
	2.6.4.1. Variables dependientes	29
	2.6.4.2. Variables independientes	29
	2.6.4.3. Variables intervinientes	29
	2.7. Infraestructura para la aplicación del protocolo de RVIS.	30
	2.7.1. Montaje del protocolo de RVIS.	30
	2.7.2. Procedimiento de aplicación	31
	2.7.3. Calentamiento estandarizado	32
	2.8. Aplicación de los instrumentos de evaluación	34
	2.9. Limitación de la investigación.	36
	2.10. Técnicas de recogidas de datos.	37
	2.11. Tratamiento estadístico	37
	2.12. Análisis de los datos	37
Capítulo III:	RESULTADOS	39
Capítulo IV:	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	47
Capítulo V:	CONCLUSIONES	51
Capítulo VI:	BIBLIOGRAFÍA	54
Capítulo VII:	ANEXOS	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características de la muestra (media \pm Desviación Estándar (DS)) del estudio.	27
Tabla 2. Diseño Experimental de RVIS a través de sentadillas para la investigación en velocistas mujeres.	31
Tabla 3. Estadísticos descriptivos de parámetros antropométricos y prueba de normalidad.	38
Tabla 4. Resultados (Media \pm DS) de PAP a través de RVIS en sentadilla para la serie control y las cuatro experimentales.	39
Tabla 5. Resultados análisis ANOVA y tamaño del efecto (Eta Cuadrado Parcial) de PAP a través RVIS en sentadilla para la serie control y las cuatro experimentales.	40
Tabla 6. Análisis Post Hoc para [LA] posterior a la PAP a través de RVIS	42
Tabla 7. Resultados individuales de tiempos (s) en 30 m (Media)	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Dependencia relativa de los factores de aceleración y masa (Thibaudeau, y Schwartz, 2007, pp. 46)	7
Figura 2. Curva Fuerza- Velocidad modificada por PAP (Sale, 2002)	13
Figura 3. Fases de Potenciación Post Activación (Sale, 2002)	14
Figura 4. Esquema de una molécula de Miosina (Guyton, Hall, Arthur, Jhon & Alvarez, 2011).	15
Figura 5. Coexistencia entre estímulo y recuperación para conseguir PAP (Sale, 2002).	17
Figura 6. Efecto del método PAP sobre la curva de Fuerza vs Frecuencia de descarga del impulso nervioso (Sale, 2002).	19
Figura 7. Diseño de sesión experimental de RVIS a través de Sentadilla para la investigación	32
Figura 8. Secuencia de repetición de 30 metros planos del tratamiento experimental para el estudio	34

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Delta velocidad promedio en Resistencia Variable intra serie entre serie control y 4 series experimentales.	40
Gráfico 2. Delta tiempo promedio en 30 metros planos entre serie control y 4 series experimentales.	41
Gráfico 3. Delta promedio de concentración de lactato entre serie control y 4 series experimentales.	41

LISTADO DE ABREVIATURAS

Concentración de lactato	[LA]
Delta	Δ
Segundos	S
Índice de masa corporal	IMC
Serie control	SC
Serie experimental 1	S1
Serie experimental 2	S2
Serie experimental 3	S3
Serie experimental 4	S4
Potenciación Post Activación	PAP
Tamaño del efecto	TE
Tiempo promedio	T pro
Resistencia variable intra-serie	RVIS
Velocidad promedio	V pro
Por ciento	%
Milimoles	mmol/L
Desviación estándar	DS
Kilogramos	Kg
Centímetros	cm
Metros por segundo	$m \cdot s^{-1}$

RESUMEN

EFECTO AGUDO DE UN PROGRAMA DE RESISTENCIA VARIABLE INTRA-SERIE EN SENTADILLA SOBRE EL TIEMPO REALIZADO EN 30 METROS PLANOS EN MUJERES VELOCISTAS DE LA V REGION

AUTORES:

Felipe Vidal Soriano

Luciano Apolonio Caneo

Dahian Siebald Retamal

Daniel Galaz Campos

DIRECTOR DE TESIS:

Fernando Rodríguez Rodríguez

Resumen

Objetivo: el objetivo de esta investigación fue determinar el efecto agudo de un programa de resistencia variable intra serie en sentadilla sobre el tiempo realizado en 30 metros planos en velocistas mujeres de la quinta región. **Método:** diez velocistas mujeres de diferentes clubes a nivel regional fueron parte del estudio ($20,3 \pm 1,9$ años; índice de masa muscular $21,2 \pm 2,0$). Las variaciones medidas: tiempo promedio en 30 metros planos, concentraciones de lactato y velocidad vertical de la barra en sentadilla. En primer lugar se estableció la línea de base para la velocidad vertical de la barra a través del Test incremental para curva Fuerza/Velocidad ($m \cdot s^{-1}$) (día 1), la serie control consistió en 4 series de 3 carreras de 30 metros planos separadas por 120 segundos (día 2), la sesión de intervención con resistencia variable intra serie (día 3) consistió en: 4 series experimentales de 5 repeticiones de $1,0$ a $1,1 m \cdot s^{-1}$ (22% de 1RM) + 4 repeticiones de $0,6$ a $0,7 m \cdot s^{-1}$ (60% de 1RM) + 3 carreras de 30 metros planos separadas por 120 segundos. El análisis de datos se realizó mediante el sistema estadístico IBM SPSS® statistics 23, en donde se utilizó el ANOVA de medias repetidas y el tamaño del efecto fue calculado con la prueba Eta Cuadrado Parcial, mientras que para el análisis Post hoc se utilizó una *t student* con un tamaño del efecto (TE) calculado a través de la prueba *d de cohen*. **Resultados:** el tiempo promedio en 30 metros planos no presentó modificaciones significativas entre la serie control y las cuatro experimentales ($p = 0,997$; TE = 0,005), las concentraciones de Lactato, al término de cada serie, presentaron aumentos significativos ($p = 0,0001$; TE = 0,878), la velocidad vertical de la barra en sentadilla no presento modificaciones significativas entre la serie control y las cuatro series experimentales ($p = 0,994$; TE = 0,033). **Conclusión:** los resultados del estudio en forma grupal no mostraron un efecto agudo positivo del programa de resistencia variable intra-serie en sentadilla sobre el tiempo de 30 metros planos en velocistas mujeres. Sin embargo, al realizar un análisis de resultados de manera individual se puede apreciar que el 50% de las velocistas mejoraron sus tiempos promedios en 30 metros planos en al menos tres series experimentales. Dicho efecto fue atribuido a la Potenciación Post Activación de la musculatura involucrada en la carrera.

Palabras Claves: Resistencia Variable, Potenciación Post Activación.

Abstract

Objective: the aim of this investigation was to determine the acute effect of an intra-repetition variable resistance programme in squat over time in 30 metres sprint in female sprinters of the fifth region. **Method:** ten female sprinters from different clubs at regional level were part of this study ($20,3 \pm 1,9$ years; $21,2 \pm 2,0$ body mass index). Measured variations: average time in 30 metres sprint, lactate concentration and vertical speed of the bar in squats.

Firstly, it was determined the baseline for vertical speed of the bar through Incremental Test for Strength/Speed curve ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) (day 1), the control series consisted of 4 sets of 3 races of 30 metres sprint divided in 120 seconds (day 2), The intervention session with intra series variable resistance (day 3) consisted in: 4 experimental sets of 5 repetition of $1,0$ to $1,1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ (22% of 1RM) + 4 repetitions of $0,6$ to $0,7 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ (60% of 1RM) + 3 races of 30 metres sprint divided in 120 seconds.

The data analysis was carried out by the statistical analysis IBM SPSS® statistics 23, in which was used the ANOVA of repeated measures and the effect sizes were calculated with partial eta squared test, whereas for Post hoc analysis in the variations that presented significant changes were used a *t student* with a effect sizes calculated by *d de cohen* test. **Results:** The average time in 30 metres sprint did not present significant modifications between the control-set and the four experimental ($p = 0,997$; TE = 0,005), the lactate concentrations, at the end of every repetition, presented significant increase ($p = 0,0001$; TE = 0,878), the vertical speed of the bar in squats did not present significant increase between the control-set and the four experimental set ($p = 0,994$; TE = 0,033). **Conclusion:** the results of the study in groups did not show a positive acute effect of the intra-set variable resistance programme in squat over time in 30 metres sprint in female sprinters, however when the analysis of the results were done individually it can be seen that 50% of the sprinters improved their average time in 30 metres sprint in at least 3 experimental sets, that effect is credited to Post activation potentiation of the muscles involved in the race.

Key words: Variable resistance, Post activation potentiation.

INTRODUCCIÓN

En la literatura actual, son diversos los métodos de entrenamiento para mejorar la Fuerza explosiva, dentro de estos métodos se encuentran: la Pliometría (Hinshaw, Stephenson, Sha & Dai, 2017; Turgut, Cinar-Medeni, Colakoglu & Baltaci, 2017; Jeffreys, Croix, Lloyd, Oliver & Hughes, 2017), método búlgaro o de contraste (Talpe, Young & Saunders, 2014), resistencia variable, también conocido como complex training (Golas, Wilk, Stastny, Maszczyk, Pajerska, & Zajac, 2017; Hammami, Negra, Shephard & Chelly, 2017; Bridgeman, McGuigan, Gill & Dulson, 2017), entre otros. La Resistencia Variable consiste en “variar la intensidad de la carga en las sesiones de trabajo” (Huerta, Chiroso y Guisado, 2016a, pp. 17), al cambiar las intensidades de la carga durante y/o entre las sesiones, se obtienen mayores resultados que trabajando con cargas constantes, esto es producto a la respuesta que genera en el Sistema Nervioso Central al variar estas intensidades de trabajo, en la que se ha comprobado que uno de sus beneficios es la producción de la Potenciación Post Activación (Wyland, Van Dorin, & Reyes, 2015; Huerta y col., 2016a)

La potenciación post activación se define como una respuesta muscular contráctil incrementada como resultado de una actividad muscular previa (Abbate, Sargeant, Verdijk & De Haan, 2000), estas respuestas incrementadas pueden ser a través de estímulos de activación endógenos y exógenos (Bustos, 2013). Todo sujeto es capaz de producir Potenciación Post Activación, sin embargo, esto solo se produce si la carga es la adecuada y el tiempo de recuperación es el óptimo (Sale, 2004), sin dejar de lado que estas condiciones son diferentes para cada sujeto según su nivel de entrenamiento.

Uno de los problemas encontrados en las revisiones de los diferentes artículos relacionados con Potenciación Post Activación es la utilización de grandes cargas de trabajo que van desde el 80% a 100% de 1RM, generando grandes daños musculares posterior a su aplicación (Hester, Pope, Sellers, Thiele & DeFreitas, 2017; Chen, Lo, Wang, Yu & Peng, 2017; Scott, Ditroilo & Marshall, 2017; Wyland et al., 2015).

Hasta donde el conocimiento alcanza en la actualidad, existen protocolos de Resistencia Variable intra-serie que han experimentado en zonas de potencia ($0,6$ a $0,9 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ de velocidad vertical de la barra) (Huerta y col., 2016a), que han desencadenado la Potenciación Post Activación y provocado cambios significativos en la Fuerza

explosiva, sin embargo, los sujetos de estudios han sido varones y las investigaciones que relacionen la Resistencia Variable intra-serie con mujeres a pesar de los grandes avances aún sigue siendo una incógnita, más aun considerando las diferencias significativas en términos fisiológicos.

Considerando esto, es que surge la necesidad de contribuir a las investigaciones relacionadas con la Resistencia Variable, mediante un estudio que modifique la manera de establecer la carga de trabajo.

Una de las innovaciones de este estudio es que no utilizará el porcentaje (%) de 1RM para establecer la carga de trabajo como habitualmente se hace en los métodos de entrenamiento, sino que se utilizará la intensidad que se expresa con la velocidad y potencia de ejecución en la barra (Badillo y Serna, 2014, pp. 142), trabajando con cargas introducidas en la zona de potencia ($0,6$ a $0,9 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) (Bautista, Chiroso, Chiroso, Martin, Gonzalez & Robertson, 2014; Huerta y col., 2016a).

Por estos motivos es que el presente estudio tiene como objetivo general determinar el efecto agudo de un programa de Resistencia Variable intra-serie en sentadillas sobre el tiempo realizado en 30 metros planos en atletas mujeres de la quinta región. Esto con la finalidad de estandarizar un protocolo de activación para mejorar el rendimiento, y que compruebe los efectos de un sistema de trabajo poco explorado utilizando mujeres con experiencia deportiva como sujetos de estudio, creando una alternativa válida para ser aplicada en deportes donde la Fuerza explosiva sea la capacidad primordial para conseguir buenos resultados deportivos (García-Manso, 1999).

De este modo, este trabajo de título se encuentra estructurado en cinco capítulos, donde el capítulo I hace referencia a todo el sustento teórico referente a los antecedentes, los cuales hacen alusión a las aptitudes físicas en velocistas; métodos de entrenamiento; métodos para conseguir el desarrollo específico de la Potencia y finalmente la Potenciación Post Activación.

En tanto el capítulo II se enfoca en el diseño de la investigación, dando a conocer los antecedentes del problema, objetivos de la investigación, metodología utilizada, análisis estadístico y procedimiento.

El capítulo III se enfoca esencialmente al análisis de los datos extraídos, mostrándolos ordenadamente en distintas tablas y gráficos.

El capítulo IV va referido a la discusión de los resultados que se produce por los datos recabados, contrastándolos con la bibliografía existente en la actualidad.

El capítulo V va referido a las conclusiones a partir de los objetivos e hipótesis, más la bibliografía.

Finalmente se presentan los anexos diseñados para levantar esta investigación.

CAPITULO I:
MARCO DE REFERENCIA

1.1 APTITUDES FÍSICAS EN VELOCISTAS

Para que un atleta pueda desarrollarse en una prueba determinada, antes debe estudiar cuales son las aptitudes físicas por desarrollar, para así contribuir de manera específica a la mejora del rendimiento, es por ello necesario destacar las características de un velocista y en la aptitud en la que se debe hacer hincapié al momento de entrenarlos. Bompa & Haff (2009, pp. 84) proponen que para un velocista es necesario el desarrollo de la velocidad explosiva, dando zancadas potentes y largas, considerando el entrenamiento de la Resistencia con muy poca importancia, atribuyéndosela en mayor medida a la aceleración, argumentando que un velocista mantiene un gesto deportivo a grandes velocidades, pero en unidades de tiempos y distancias cortas. Por su parte, Commetti (2002, pp. 7) plantea tres factores que determinan el desarrollo del rendimiento de la carrera de velocidad, los cuales son el tiempo de reacción, es decir, el tiempo que transcurre entre disparo y salida de tacos; la velocidad gestual, refiriéndose a la velocidad con que el atleta efectúa cada apoyo y por último la frecuencia gestual.

A continuación, se definen aptitudes físicas a desarrollar en un deportista de velocidad:

1.1.1 POTENCIA INICIAL

Capacidad del deportista para lograr una Fuerza máxima al inicio de la contracción muscular (Bompa & Haff, 2009, pp. 17). “En los sprints el inicio se ejecuta con los músculos en posición de pre estiramiento (ambas rodillas flexionadas), en la cual puede generarse una mayor potencia que relajados o acortados. En esta posición los elementos elásticos de los músculos acumulan energía cinética que actúa como muelle al oír la señal de salida” (Bompa & Haff, 2009, pp. 162).

1.1.2 POTENCIA DE ACELERACIÓN

Relación entre potencia y velocidad que permitirá al deportista alcanzar mayor propulsión y mayor frecuencia de contacto con el suelo (Bompa & Haff, 2009, pp. 17).

1.1.3 POTENCIA RESISTENCIA

Un alto grado de potencia requerido varias veces y repetidamente (Bompa & Haff, 2009, pp. 170). En el caso de la carrera de 100 metros (m), el deportista no se prepara para

acciones potentes en solo las primeras ni las últimas zancadas si no durante toda la carrera, es decir entre 48 y 58 zancadas (Bompa & Haff, 2009, pp. 170).

1.1.4 FUERZA REACTIVA

“La Fuerza reactiva es la capacidad de generar Fuerza de salto inmediatamente después de un aterrizaje” (Bompa & Haff, 2009, pp. 17). Es decir, es la capacidad muscular para cambiar rápidamente de una acción excéntrica a una concéntrica.

1.1.5 FUERZA INICIAL

Aptitud crucial esencial en deportes en el que las velocidades de inicio de la acción determinan el resultado final, la cual apela a la capacidad del deportista a reclutar y disponer del máximo número de fibras rápidas (FT) para iniciar el movimiento de forma explosiva (Bompa & Haff, 2009, pág. 162).

1.2 MÉTODOS DE ENTRENAMIENTO

“Los métodos de entrenamiento que se utilizan en el mundo del deporte para mejorar una cualidad física son la consecuencia de dos tipos de conocimientos: Los adquiridos por la experiencia práctica que han tenido los entrenadores a lo largo de los años con deportistas de élite y los derivados de los estudios realizados en laboratorio, aunque algunos de estos se hacen con sujetos sedentarios o de baja cualificación deportiva” (Badillo y Serna, 2002, pp. 15).

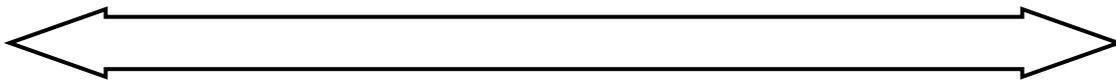
En base a lo planteado por el autor anteriormente, se puede considerar que el conocimiento de los entrenadores adquirido por el roce con deportistas de élite permite sentar bases para proponer un programa de entrenamiento eficaz. Por otro lado, los científicos intentan ser más certeros con los métodos que emplean e información que levantan por medio de investigaciones validadas, dejando cada vez menos factores para la aleatoriedad (Badillo y Serna, 2002, pp. 15).

“La potencia (P) es sencillamente producto de la Fuerza muscular (F) multiplicada por la velocidad (V) de movimiento $P = F \times V$. Por lo que al deporte se refiere, cualquier aumento de la potencia debe ser el resultado de las mejoras de Fuerza, Velocidad o una combinación de ambos” (Bompa & Haff, 2009, pp. 144). Debido a esta relación entre la Fuerza y la Velocidad, se acomodan diversos métodos de entrenamiento, dependiendo

de sus características se dispondrán en un gran grupo de métodos de entrenamiento de la Fuerza, debido a que ésta se considera como la base para la mayoría de las acciones deportivas (Thibaudeau y Schwartz, 2007, pp. 46).

En la Figura 1, se puede observar la clasificación de los métodos de entrenamiento según la dependencia relativa de factores de aceleración y masa. Hacia la izquierda, métodos de aceleración dominante; hacia la derecha, métodos de masa dominantes, es decir, de izquierda a derecha se aprecian los métodos desde su mayor relación con la Velocidad de ejecución predominante hasta su mayor relación con la Fuerza predominante.

Balístico – Velocidad-Fuerza – Fuerza-Velocidad – Controlado – Máximo - Supramáximo



El esfuerzo de aceleración es fuente principal de producción de Fuerza.

El esfuerzo de luchar contra la resistencia es la fuente principal de producción de Fuerza.

Figura 1. Dependencia relativa de los factores de Aceleración y masa (Thibaudeau y Schwartz, 2007, pp. 46).

1.2.1 MÉTODO BALÍSTICO

“Estos ejercicios son aquellos en los que el factor de aceleración es el más grande en relación a la producción total de Fuerza” (Thibaudeau y Schwartz, 2007, pp. 49). Es decir, es un método en el cual la Fuerza del deportista supera ampliamente la resistencia externa, produciéndose un movimiento dinámico (Bompa & Haff, 2009, pp. 148).

1.2.2 MÉTODO VELOCIDAD – FUERZA

Similar al método Balístico, pero utilizando movimientos de mayor intensidad, es decir, intensidades que oscilen entre un 10 a 20% de una Repetición Máxima (1RM) priorizando ejercicios que incluyan movimientos lastrados o bien de levantamientos de

baja intensidad, aun así, con máxima aceleración (Thibaudeau y Schwartz, 2007, pp. 50).

1.2.3 MÉTODO FUERZA VELOCIDAD

Método de entrenamiento altamente estimulante para el sistema nervioso, que corresponde a ejercicios que necesiten una alta aceleración y una moderada o alta masa para ser desplazada, como son los movimientos de levantamiento olímpico y sus variantes. Frente a otros ejercicios de levantamiento de pesas, es importante que se juzgue y valore siempre una alta aceleración en la ejecución (Thibaudeau y Schwartz, 2007, pp. 51).

1.2.4 MÉTODO DE REPETICIONES CONTROLADAS

Como su nombre lo indica, método que implica repeticiones controladas del movimiento, abarcando en este mismo el método de hipertrofia (Thibaudeau y Schwartz, 2007, pp. 53). Este método se adaptará siempre a las necesidades del deportista, en donde el peso corporal pueda suponer una ventaja (Bompa & Haff, 2009, pp. 119). Este método conduce a un fortalecimiento tendinoso y crecimiento muscular por medio de ejercicios de levantamiento con cargas moderadas y ejercicios de entrenamientos lastrados (Thibaudeau y Schwartz, 2007, pp. 53). Es importante señalar que en este método pese a que el peso utilizado en la serie se considere ligero, a medida que transcurre el entrenamiento este mismo puede convertirse en una carga submáxima o máximo (debido a la fatiga), causando un reclutamiento y sincronización de las unidades motoras parecidos a los apreciados cuando se levantan grandes pesos (Bompa & Haff, 2009, pp. 120).

1.2.5 MÉTODO MÁXIMO

Método en el cual el deportista debe producir una gran tensión muscular (Thibaudeau y Schwartz, 2007, pp. 54), en donde la Fuerza aumenta como resultado de la activación de un gran número de unidades motoras (Bompa & Haff, 2009, pp. 127). En este método se comprenden los métodos Máximos I y Máximos II (Badillo y Serna, 2002, pp. 193). En el primero se incrementa los niveles de Fuerza por impacto en el sistema nervioso, mejora la coordinación intramuscular, aumenta los niveles de Fuerza sin mucho volumen de trabajo, reduce el déficit de Fuerza (déficit entre Fuerza máxima y Fuerza

relativa), entre otros (Marchante, 2015, pp. 77). Del método Máximo II se aprecian los mismos efectos que el método Máximo I, mas no tan acentuados y diferenciados por el volumen, por ende, este método contribuye con un mayor efecto frente al crecimiento muscular (Marchante, 2015, pp. 78)

En Método Máximo también se encuentran ejercicios excéntricos (Thibaudeau y Schwartz, 2007, pp. 54). En este método el deportista debe realizar solo la fase excéntrica del movimiento, permitiéndole así una mayor tensión muscular que en entrenamientos isométricos (Ejercicio de Fuerza contra una resistencia inamovible), influyendo de mayor medida en la orden neuronal frente a las unidades motoras a activar, el grado de activación, el momento de su activación y también como debe distribuirse la carga dentro de un grupo de músculos (Abbruzzese, Abbruzzese, Hess, Raber, Lenzi, & Frost, 1994), citado por Bompa & Haff (2009, pp. 136).

1.2.6 MÉTODO SUPRA – MÁXIMO

Realizable igual que el método excéntrico anteriormente explicado, con la diferencia a que la resistencia utilizada es más de la que se es capaz de vencer, es decir, intensidades que oscilen entre un 100 a 140% de 1RM, por lo que es un método muy específico que acarrea mayor riesgo de lesión o bien mayores posibilidades de sobrecarga (Thibaudeau y Schwartz, 2007, pp. 59). Este método emplea un alto estímulo al sistema nervioso y tejido tendinoso, pudiendo aportar grandes niveles de Fuerza (Thibaudeau y Schwartz, 2007, pp. 59).

1.3 MÉTODOS PARA CONSEGUIR DESARROLLO ESPECÍFICO DE LA POTENCIA

Si bien Thibaudeau y Schwartz (2007) propone una clasificación de metodos para el trabajo del rendimiento deportivo basado en la Velocidad y Fuerza, es necesario especificar en que metodo hacer incapié a la hora de mejorar de forma específica la potencia. En el caso de la clasificación anterior pareciese ser que los metodos más adecuados son los métodos Balísticos (Thibaudeau y Schwartz, 2007, pp. 49), Velocidad-Fuerza y Fuerza velocidad (Thibaudeau y Schwartz, 2007, pp. 51).

Junto a lo anterior y tomando en cuenta todos los ejercicios necesarios para su desarrollo, encontramos algunos ejercicios relevantes tales como: Pliométricos (Cometti,

2007), método contraste isotónico (Bompa & Haff, 2009, pp. 147), Resistencia Variable (Huerta, Chiroso y Guisado, 2016a), entre otros.

1.3.1 EJERCICIOS PLIOMÉTRICOS

Método propuesto por Margaria, Milic-Emili, Petit & Cavagna (1960), basado principalmente en el “ciclo de acortamiento estiramiento” (CEA) y posteriormente desarrollado por otros entrenadores como Zatsiorski (1966), quien desarrolló de mejor medida este método, pudiendo potenciar el desarrollo del reflejo miotático. Este método depende de un estiramiento en el vientre muscular, en este, el músculo se carga con una contracción excéntrica seguida inmediatamente de una contracción concéntrica, definiendo pertinentemente el llamado CEA (Bompa & Haff, 2009, pp. 152). La pliometría es un modelo de ejercicios que conllevan al deportista a desarrollar un progreso en su rendimiento, en él, se involucran saltos y saltos hacia abajo, también existente durante todos los impulsos atléticos (Cometti, 2007, pp. 139).

1.3.2 MÉTODO DE CONTRASTES

Consiste en una variación entre cargas pesadas y ligeras en función de la transferencia del método de Fuerza Máxima a Fuerza Explosiva, evitando cambios en la forma de entrenamiento y produciendo una fuerte activación en las unidades motoras (García-Manso, 1999, pp. 287). El principio fundamental de este método es la utilización de cargas muy pesadas (mayor a 90% de 1RM) para después utilizar cargas ligeras (alrededor del 50 – 60% de 1 RM), con la mayor velocidad de ejecución posible, siendo también propio el utilizar cargas con el propio peso corporal pliométricos y lograr mayor cercanía con la naturaleza del deporte, denominándose en este caso “método de contraste acentuado” (Cometti, 2005, pp. 92).

1.3.3 RESISTENCIA VARIABLE

La Resistencia variable (RV), conocida también como entrenamiento complejo (complex training), consiste en “variar la intensidad de la carga en las sesiones de trabajo” (Huerta y col., 2016a, pp. 17). Este es un método que puede incorporar ejercicios específicos del trabajo con pesas junto con ejercicios pliométricos (Jensen & Ebben, 2003). La aplicación de este método recae en la aplicación de una resistencia de alta carga, seguida de un estímulo pliométricos semejante (Jensen & Ebben, 2003). Se

puede considerar también el entrenamiento de RV como una alternancia de pesos entre ejercicios de halterofilia con pliometría (Santos-García, Aceña, Díaz, González, Santos-García y Navarro, 2007). Es importante señalar que este método se debe aplicar en atletas entrenados e implicar ejercicios que contengan la velocidad de movimiento específica a la acción que el deporte requiera, considerando en su totalidad deportes tanto colectivos como individuales (Ebben & Watts, 1998).

1.3.3.1 RESISTENCIA VARIABLE INTER – SESIÓN

“Este tipo de RV consiste en cambiar la intensidad de las cargas de trabajo en sesiones de entrenamiento distintas, es decir, la segunda sesión de entrenamiento dentro de un microciclo debe incrementar o disminuir la intensidad de trabajo” (Huerta y col., 2016a, pp. 18).

1.3.3.2 RESISTENCIA VARIABLE INTRA – SESIÓN

“Este tipo de RV consiste en cambiar la intensidad de las cargas dentro de la sesión, es decir, las series de entrenamiento deben incrementar o disminuir la intensidad de trabajo” (Huerta y col., 2016a, pp. 18).

La diferencia entre un método de contraste y el método de RV intra – sesión radica en que el método de contraste refiere al entrenamiento que utiliza siempre cargas pesadas seguidas de una acción motriz (Huerta y col, 2016a, pp. 18), además, como ya se ha mencionado, se puede considerar cargas pesadas en torno al 90% de 1RM continuados por la aplicación de ejercicios más ligeros en torno al 40 – 50% de 1RM (Cometti, 2005, 83-86). En cuanto a la RV intra – sesión, la intensidad de la carga será de forma aleatoria conforme al entrenador estime conveniente (Huerta y col., 2016a). Además, Santos-García y col. (2007) menciona que dicha intensidad de la carga puede ser también dada por otro tipo de implementación, como podrían ser los elásticos, balones e incluso entrenamientos de sprints. Por último, el entrenamiento complejo también se caracteriza por considerar ejercicios derivados de la halterofilia y pliometría en los entrenamientos (Ebben & Watts, 1998). “El método complejo podría ser considerado, por tanto, como una variante dentro del método de contrastes, ya que, al igual que este, se basa en la alternancia de cargas pesadas y ligeras” (Santos-García y col, 2007).

1.3.3.3 RESISTENCIA VARIABLE INTRA – REPETICIÓN

“Este tipo de RV consiste en cambiar la intensidad de las cargas dentro de la repetición, es decir, las repeticiones de entrenamiento deben incrementar o disminuir la intensidad de trabajo” (Huerta y col., 2016a, pp. 18).

1.3.3.4 RESISTENCIA VARIABLE INTRA- SERIE

“Este tipo de RV consiste en cambiar la intensidad de las cargas dentro de la serie, es decir, durante el desarrollo de las series de entrenamiento se deben incrementar o disminuir las intensidades de trabajo cada cierto número de repeticiones” (Huerta y col., 2016a, pp. 18).

1.4 POTENCIACIÓN POST ACTIVACIÓN

La investigación, en conjunto a las nuevas tecnologías, ha hecho posible el desarrollo de nuevos métodos de entrenamiento, logrando así un orden y conocimiento necesario para la mejora de las aptitudes físicas y el rendimiento deportivo (Verkhoshansky, 2001). Por medio de lo anterior, hace algunos años, se ha acuñado el término de “Potenciación Post Activación” (PAP) como efecto de algunos métodos utilizados, ganándose la atención de muchos investigadores a nivel mundial.

Se habla de PAP cuando la capacidad contráctil de la musculatura para manifestar una gran cantidad de Fuerza en poco tiempo se ve aumentada después de someter al músculo a contracciones máximas o submáximas (Hodgson, Docherty & Robbins, 2005; Sale, 2002; Tillin & Bishop, 2009; Verkhoshansky & Siff, 2009). De esta manera se puede definir a la potenciación como una respuesta muscular contráctil incrementada como resultado de una actividad muscular previa (Abbate, Sargeant, Verdijk & de Haan, 2000).

Sale (2002), postula que un gesto deportivo se realizará a ciertas velocidades dependiendo siempre de la intensidad a la cual se encuentre la carga, vale decir, mientras más cercano a 1RM esté el movimiento con cargas, menor será la velocidad del gesto, por consiguiente, mientras más liviana esté la carga, con relación a 1RM, mayor será la velocidad del gesto. Esta definición también da a entender que la persona mientras mayor índice de Fuerza tenga más carga tendrá que utilizar para ver reducida su

velocidad. Esto se grafica con la denominada curva de Fuerza Máxima y Velocidad Máxima (Sale, 2002) (figura 2).

Se ha determinado que la PAP tiene incidencias relevantes frente a la curva de Fuerza Máxima y Velocidad Máxima. Es importante aclarar que la incidencia de la PAP en dicha curva no es que actúe sobre los extremos de la misma, aumentando el 1RM o reduciendo el tiempo de carrera, sino que, sí influye sobre la parte central de la curva, desplazándola hacia arriba y a la derecha, propiciando una mejora en la eficacia en el trabajo (Cometti, 2007, pp. 262).

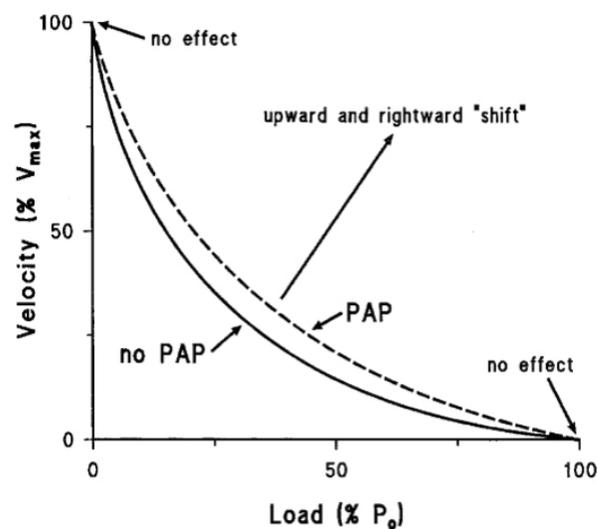


Figura 2. Curva Fuerza- Velocidad modificada por PAP (Sale, 2002)

Al hablar de mejorar la Fuerza Explosiva, hay evidencia de diversas estimulaciones para aumentar su desarrollo y tendrá una denominación diferente en función del método utilizado para provocarla (Abbate et al., 2000; Sale, 2002). Dentro de estos métodos encontramos la RV (Huerta, Chiroso, Guisado, Chiroso y Cáceres, 2016b), intensidades ascendentes (Hirayama, 2014), de contraste (Talpey, Young & Saunders, 2014), isométricos y dinámicos (Babault, Maffiuletti & Pousson, 2008; Güllich & Schmidtbleicher, 1996; Kilduff, Bevan, Kingsley, Owen, Bennett, Bunce, & Cunningham, 2007), pliométricos (Sale, 2002), entre otros.

1.4.1 FASES DE LA PAP

La PAP es un método de entrenamiento que permite incrementar los niveles de Fuerza muscular de forma natural. En este proceso se describen tres fases (Sale, 2002).

Fase 1: Evaluación del comportamiento mecánico del grupo o grupos musculares, sin estímulo de activación.

Fase 2: Aplicación de estímulo para inducir PAP, estos estímulos de activación pueden ser endógenos y exógenos (Bustos, 2013), y también tener distintas características de volumen, intensidad y pausa (García-Pinillos, Martínez-Amat, Hita-Contreras, Martínez-Lopez & Latorre-Roman, 2014; Read, Miller & Turner, 2013).

Fase 3: Evaluación del comportamiento mecánico del grupo o grupos musculares, en un estado potenciado. La metodología para evaluar el comportamiento muscular debe ser la misma que se utiliza en la Fase 1 (Bustos, 2013),

Sale (2002) da el siguiente ejemplo de PAP: en primer lugar, se evoca una contracción basal en un músculo que ha estado en reposo durante algún tiempo. Luego, se hace una contracción de acondicionamiento, tal como una contracción tetánica eléctricamente evocada o una contracción voluntaria máxima (MVC). Una contracción evocada poco después de la contracción de acondicionamiento muestra el aumento de la Fuerza y la producción de PAP (Figura 3) ahora bien el aumento de la eficacia muscular está limitada a una solicitud muscular de baja frecuencia (Cometti, 2007, pp. 262)

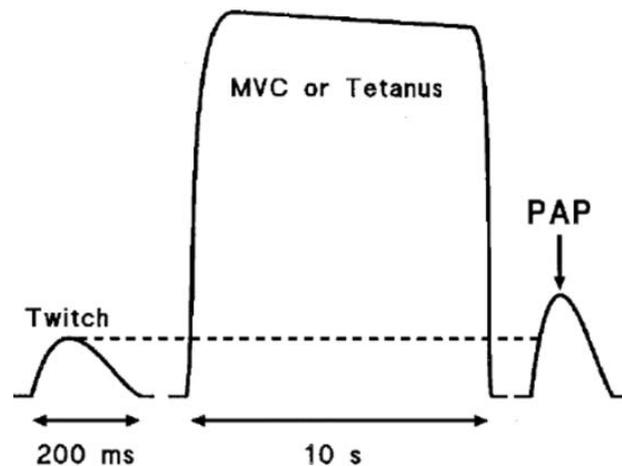


Figura 3. Fases de Potenciación Post Activación (Sale, 2002)

1.4.2 FISIOLÓGÍA DE LA PAP

La molécula de miosina es el componente primario de los miofilamentos y es la principal proteína contráctil de la fibra muscular (Barbany, 2002). Para comprender este proceso fisiológico de la PAP, es necesario describir la composición del filamento grueso (miosina) de las fibras musculares, en él se encuentran dos cadenas pesadas de 200.000 Dalton cada una y cuatro cadenas livianas miosina (CLM) de 20.000 Dalton cada una (Guyton et al. 2011). A su vez cada CLM, se divide en dos tipos: las CLM esenciales y las CLM reguladora (Padrón, 2008). Las CLM esenciales son las encargadas de dar solidez estructural que ésta le confiere a la molécula de Miosina y a las CLM reguladoras se les atribuye el proceso de PAP, ya que aumentan su capacidad de fosforilación alterando el estado del puente cruzado, generando una mayor cantidad de unidades motoras activas (Güllich & Schmidtbleicher, 1995; Sweeney, Bowman & Stull, 1993). En definitiva, provoca una contracción muscular con mayor eficiencia (Huerta y col., 2016a). En la Figura 4, se puede observar el esquema de una molécula de Miosina.

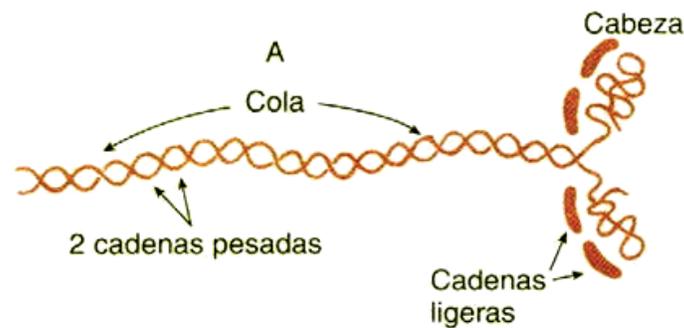


Figura 4. Esquema de una molécula de Miosina (Guyton et al. 2011).

Todo este proceso comienza con una liberación de Calcio del retículo sarcoplásmico. Este calcio una vez dentro del citoplasma de la célula se une a una proteína llamada calmodulina de esta manera se forma un complejo denominado calcio – calmodulina (Moore & Stull, 1984). Este complejo calcio – calmodulina activa una enzima llamada Kinasa de las CLM transformándolas de una forma inactiva a una activa (Persechini,

Stull & Cooke, 1985). Así esta enzima cataliza la incorporación de fosfatos por las CLM provocando de esta manera la fosforilación de las mismas y alterando el estado de los puentes cruzados de acuerdo al estado de fosforilación (Bustos, 2013).

Del mismo modo, una disminución en las concentraciones de calcio dentro del citoplasma, debida a una gran recaptación de calcio producida por el retículo sarcoplásmico, produce una separación entre el calcio y la calmodulina, transformando la Kinasa de las CLM en una forma inactiva (Bustos, 2013). Por otro lado, la magnitud de fosforilación de la CLM reguladoras, en última instancia, no dependerá solamente de la activación de la Kinasa de las CLM sino también de la desfosfatasa de las CLM, ésta es una enzima perteneciente a la clase 1 de las proteínas fosfatasas cumple la función de remover los grupos fosfatos de la CLM (Klug, Botterman & Stull, 1982; Moore & Stull, 1984).

La fosforilación de las CLMr es un proceso relativamente rápido, pero la desfosforilación, a cargo de una enzima desfosfatasa, se consigue luego de 4 a 5 minutos de reposo en mamíferos a 37° C (Bustos, 2007; Sweeney et al., 1993). De esta manera, la PAP permite aumentar la velocidad de acercamiento entre Actina y Miosina, también aumenta la Fuerza a concentraciones de calcio submáximas debido a un aumento en la sensibilidad, por último, una mayor Fuerza por mayor cantidad de puentes cruzados activos (Rassier, Tubman & MacIntosh, 1999), lo que conlleva a un incremento de la Fuerza Explosiva (Huerta y col., 2016a)

1.4.3 RELACIÓN ACTIVACIÓN Y RECUPERACIÓN EN LA PAP

Un sujeto debe cumplir dos condiciones para desencadenar PAP: en primer lugar, se debe provocar un estado de excitación o sensibilidad (Hamada, Sale & Macdougall, 2000), esto genera una señal neural por la activación. Esta señal neural debe persistir en la placa motora por unos instantes y no desvanecerse (Tillin & Bishop, 2009). Tanto la PAP como la fatiga pueden incrementarse inmediatamente después de la actividad contráctil y retornar gradualmente al nivel antes del estado de excitación (Metzger, Greaser & Moss, 1989). Sin embargo, la fatiga producida por la activación se debe disipar lo antes posible (Tillin & Bishop, 2009). Por otro lado, Sale (2002), propone que luego del estímulo desencadenante de la potenciación comienza a coexistir la PAP y la

fatiga, pero la fatiga se disipa más rápidamente que la potenciación o, dicho de otro modo, la fatiga se recupera antes que la potenciación decaiga excediendo de este modo el rendimiento contráctil obtenido previamente (Figura 5).

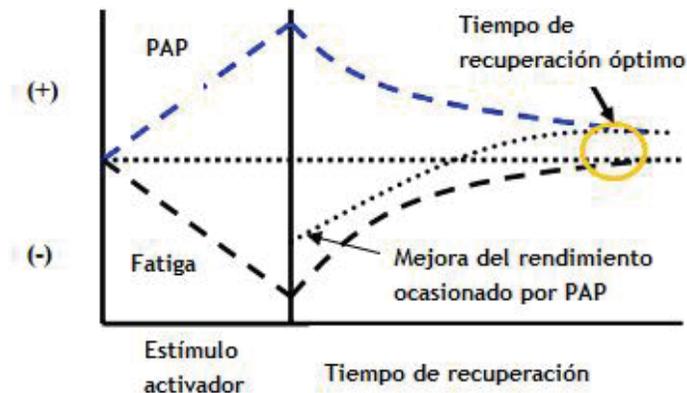


Figura 5. Coexistencia entre estímulo y recuperación para conseguir PAP (Sale, 2002).

Con respecto a lo anteriormente mencionado, una investigación de Rassier & Herzog (2001), se demostró que sujetos entrenados pueden hacer que la PAP aumente y la fatiga disminuya en paralelo aún más, dentro de esta coexistencia de potencia y fatiga. Por otro lado, Huerta y col. (2016a), sometieron con la misma carga y recuperación a deportistas aficionados y de elite, quedando en evidencia que los sujetos entrenados consiguieron potenciación y los aficionados desencadenaron fatiga.

Todo sujeto es capaz de producir PAP, sin embargo, esto solo se podrá llevar a cabo si la carga es la adecuada y el tiempo de recuperación es el óptimo (Sale, 2004), sin dejar de lado que estas condiciones son diferentes para cada sujeto según su nivel de entrenamiento. Si no se respetan estas condiciones, lo más seguro es que desencadene fatiga antes que la PAP.

1.4.4 FATIGAS ASOCIADAS A LA PAP

La preocupación del ser humano por la fatiga es tan antigua como su propia existencia, pero los avances en su conocimiento se han producido durante el último siglo (Badillo y Serna, 2014). Se puede definir la fatiga como una disminución en la capacidad de

rendimiento neuromuscular afectada por una actividad previa (MacIntosh & Rassier, 2002). Actualmente se considera que existen causas de diferente naturaleza relacionadas con dicho fenómeno, y son principalmente de origen central y periférico (Taylor & Gandevia, 2008).

La fatiga central abarca los procesos más proximales a la unión neuromuscular y se puede definir como un fallo progresivo en la activación voluntaria muscular inducida por el ejercicio físico (Taylor & Gandevia, 2008). Este tipo de fatiga puede deberse a alteraciones en la excitabilidad cortical (Gandevia, Allen, Butler & Taylor, 1996), cambios en la tasa de disparo de las neuronas motoras (Bigland, Johansson, Lippold, Smith & Woods, 1983; Garland & McComas, 1990), y/o un descenso en la descarga espinal (Macefield, Hagbarth, Gorman, Gandevia & Burke, 1991).

Por otro lado, la fatiga periférica incluye aquellos procesos más distales a la unión neuromuscular, que inducen un descenso en la producción de Fuerza (Gandevia, 2001). Este tipo de fatiga se debe a alteraciones en la homeostasis muscular, como puede ser la acumulación de metabolitos (Baker, Kostov, Miller & Weiner, 1993), reducción del pH intracelular (Kent-Braun, 1999) o variaciones en los procesos de acoplamiento excitación-contracción (Baker et al., 1993).

Conviviendo con los procesos de fatiga, se ha encontrado la PAP que afecta de forma positiva a los valores de Fuerza (Robbins, 2005).

Aunque parezca discordante, se ha demostrado que ambos fenómenos, fatiga y PAP, coexisten temporalmente e interfieren en el rendimiento dependiendo de la intensidad y duración del estímulo condicionante (Chiu, Fry, Weiss, Schilling, Brown & Smith, 2003; Hamada et al., 2000).

Para comprender la coexistencia entre estos dos fenómenos, cuando se realiza una serie de activación se pueden accionar dos tipos de efectos:

Si las series de activación son demasiado demandantes, como se puede apreciar en el método contraste (Cometti, 2005, pp. 92): aparecerá la fatiga, que supondría una disminución del rendimiento neuromuscular. Esto influye negativamente sobre el efecto de la actividad posterior (MacIntosh & Rassier, 2002; Platonov, 2001).

Por lo contrario, si las series de activación son óptimas, se podrá aprovechar la PAP, que supondría un aumento del rendimiento neuromuscular. Este fenómeno fisiológico de la potenciación se puede desencadenar a través de diferentes modalidades o estrategias de activación y tendrá una denominación diferente en función del método utilizado para provocarla (Abbate et al., 2000; Sale, 2002).

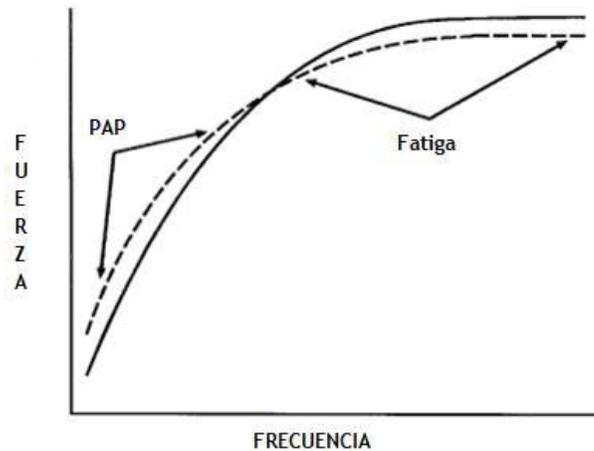


Figura 6. Efecto del método PAP sobre la curva de Fuerza vs Frecuencia de descarga del impulso nervioso (Sale, 2002).

En la Figura 6, se puede observar cómo la Fuerza aumenta con el nivel de frecuencia de descarga del impulso nervioso hasta que llega un nivel en el que se estanca, aunque siga aumentando la frecuencia de estimulación (línea continua) (Marchante, 2015). Después del ejercicio activador, la PAP (línea discontinúa) incrementará la Fuerza de baja frecuencia, pero no la Fuerza de alta frecuencia (Marchante, 2015).

1.4.5 MÉTODOS DE ACTIVACIÓN PARA PRODUCIR PAP

En la actualidad, tras años de investigación se ha comprobado que para conseguir PAP se debe generar un estímulo que fosforile las Cadenas Livianas Reguladoras de la Miosina (Miyamoto, 2012). Consultando a la literatura científica se han encontrado diversas formas de aplicación de cargas de trabajo para inducir la PAP que pueden ser de manera endógenas y exógenas (Bustos, 2013). Las activaciones de forma endógena varían en tipos de contracción muscular, volumen, intensidad, densidad y tiempo de

recuperación, dentro de estos métodos se pueden encontrar: pliometría (Mitchell & Sale, 2011; Turner, Bellhouse, Kilduff & Russell, 2015), isometría (Arabatzi, Patikas, Zafeiridis, Giavroudis, Kannas, Gourgoulis & Kotzamanidis, 2014; Batista, Roschel, Barroso, Ugrinowitsch & Tricoli, 2011; Tsolakis, Bogdanis, Nikolaou & Zacharogiannis, 2011), contracciones dinámicas con valores sobre el 80% de 1RM (Bevan, Cunningham, Tooley, Owen, N., Cook & Kilduff, 2010; McCann & Flanagan, 2010; Okuno, Tricoli, Silva, Bertuzzi, Moreira & Kiss, 2013; Wyland, Van Dorin & Reyes, 2015) y RV: intra-serie (Chiu et al., 2003; Crum, Kawamori, Stone & Haff, 2012; Fukutani, Takei, Hirata, Miyamoto, Kanehisa & Kawakami, 2014; Huerta y col., 2016a; Miarka, Del Vecchio & Franchini, 2011; Naclerio, Faigenbaum, Larumbe, Ratamess, Kang, Friedman & Ross, 2014), intra-sesión (García-Pinillos et al., 2014; Hirayama, 2014; Okuno et al., 2013) y por último intra-repetición (Wyland et al., 2015). En estrategias de forma exógena o provocadas se puede apreciar el uso de plataformas de vibración (Rønnestad, Slettaløkken & Ellefsen, 2016; Duc, Rønnestad & Bertucci, 2017), electroestimulación (Requena, Zabala, Ribas, Erelina, Pääsuke & González-badillo, 2005, Hamada et al., 2000), entre otros.

Por otro lado, los test más utilizados para evidenciar los incrementos de Fuerza Explosiva, antes y después de la aplicación de los protocolos de PAP, son: CMJ (Batista et al., 2011; Esformes & Bampouras, 2013; McCann & Flanagan, 2010; Mitchell & Sale, 2011; Naclerio et al., 2014; Tsolakis et al., 2011), SJ (Arabatzi et al., 2014; Seitz, de Villarreal & Haff, 2014), DJ (Naclerio et al., 2014), Test de Carreras (Okuno et al. 2013; Turner et al., 2015; Wyland et al., 2015), potencias en Press Banca (De Assis Ferreira, Livia, Panissa, Miarka & Franchini, 2012), entre otros.

**CAPITULO II:
DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

2.1 PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA

Son diversos los métodos de entrenamiento usados para mejorar los niveles de Fuerza explosiva en deportistas (Abbate et al., 2000; Sale, 2002). Dentro de estos métodos existen: La pliometría (Cometti, 2007), el entrenamiento de contraste (García-Manso, 1999, pp. 287), entrenamientos dinámicos excéntricos (Thibaudeau y Schwartz, 2007, pp. 54), cargas isométricas (Bompa & Haff, 2009, pp. 147), entrenamiento de Resistencia Variable (RV) (Huerta y col., 2016a, pp. 17), entre otros. De dichos métodos, todos validados, se destaca uno en especial, argumentándose fisiológicamente en una mayor activación nerviosa, mejorando el reclutamiento de unidades motrices y aumento de la sincronización, denominado método de RV (Cometti 2007, pp. 259).

El método de RV o también conocido como “Complex Training”, consiste en variar la intensidad de carga en las sesiones de trabajo (Huerta y col., 2016a, pp. 17). Su fundamento se basa en la respuesta que genera el Sistema Nervioso Central al cambiar las intensidades de trabajo (Hodgson et al., 2005; Sale, 2002; Tillin & Bishop, 2009; Verkhoshansky & Siff, 2009). Uno de los tantos beneficios que genera este tipo de entrenamiento es la PAP y por lo tanto un incremento en la Fuerza explosiva (Abbate et al., 2000).

Huerta y col. (2016c) realizaron una exhaustiva revisión sistemática de artículos publicados a través de Web of Science (WOS), Scopus, Sport Discuss, PubMed y Medline; en la que involucraba diferentes métodos de RV para desencadenar la PAP entre enero de 2011 a enero del 2016. Una de las evidencias de esta revisión fue que había indicios de que el entrenamiento de RV desencadena PAP de forma aguda, sin embargo, las cargas de trabajo de los estudios consultados consistían en protocolos de Fuerza (80 - 100% de 1RM) y que no había estudios concluyentes de Resistencia Variable Intra-Serie (RVIS) en zonas de potencia (0,6 a 0,9 m·s⁻¹ de velocidad vertical de la barra).

En un estudio de Huerta y col. (2016b), se sometió a un grupo de pentatletas militares a un protocolo de RVIS en sentadilla, el objetivo principal de ese estudio fue determinar el efecto agudo que tenía ese protocolo sobre el tiempo realizado en 30 metros planos. La sesión de intervención consistió en: 4 series de 5 repeticiones al 30% de 1RM + 4

repeticiones al 60% de 1RM + 3 carreras de 30 metros planos separados por 120 segundos. La conclusión de ese estudio demostró el efecto agudo positivo del programa de RV en sentadilla sobre el tiempo de 30 metros planos.

Se puede evidenciar que la PAP genera un efecto agudo positivo a través de la RVIS utilizando cargas introducidas en la zona de potencia, siendo un sistema de entrenamiento válido para mejorar el rendimiento deportivo. Sin embargo, como grupo de tesis nos preguntamos ¿Este sistema de entrenamiento genera PAP en mujeres?

Hasta donde el conocimiento alcanza en la actualidad, existen protocolos de RVIS que han experimentado en zonas de potencia ($0,6$ a $0,9 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ de velocidad vertical de la barra) (Huerta y col., 2016a), que han desencadenado la PAP y provocado cambios significativos en la Fuerza explosiva, sin embargo, los sujetos de estudios han sido varones y las investigaciones que relacionen la RVIS con mujeres a pesar de los grandes avances aún sigue siendo una incógnita, más aun considerando las diferencias significativas en términos fisiológicos.

Dados todos los fundamentos para la realización de un trabajo innovador, bien acotado, que permita estandarizar un protocolo de activación para mejorar el rendimiento, y que compruebe los efectos de un sistema de trabajo poco explorado, pero potencialmente beneficioso para aumentar la Fuerza explosiva, surge la siguiente interrogante:

2.1.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿La aplicación de un programa de RVIS en sentadilla produce un efecto agudo positivo en el rendimiento en 30 metros en atletas mujeres de alto nivel?

2.2 HIPOTESIS

Aplicado un programa de RVIS en sentadilla se logra una disminución en los tiempos de carrera en 30 metros planos con un nivel de 5% de significancia.

2.3 OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN

OBJETIVO GENERAL

Determinar el efecto agudo de un programa de RVIS en sentadillas sobre el tiempo realizado en 30 metros planos en atletas mujeres de la V región.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la línea base de las atletas mujeres que incluyen los tiempos promedio en treinta metros planos, los niveles de Fuerza y lactato sanguíneo de la muestra.
- Comprobar el incremento en el rendimiento de los 30 metros planos posterior a la aplicación de un protocolo de RVIS en sentadillas con una activación neuromuscular.
- Determinar el efecto de la RVIS en el mantenimiento del tiempo promedio durante las series experimentales.

2.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Los entrenadores desde un comienzo se han preguntado cómo mejorar el rendimiento de sus deportistas, razón por la cual se han logrado grandes avances gracias a las investigaciones que se han realizado (Badillo y Serna, 2002, pp. 15). En el organismo humano el papel protagónico como sistema efector lo tiene el sistema músculo esquelético, siendo uno de sus factores más relevantes, el desarrollo de la Fuerza en todas sus manifestaciones, la coordinación y precisión en sus movimientos (Bompa & Haff, 2009). Así es como la planificación del entrenamiento para el logro de un mayor rendimiento deportivo ha ido evolucionando con nuevas técnicas aplicadas, métodos que han contribuido a este propósito (Verkhoshansky, 2001).

Consecuencia de lo anterior, y con la finalidad de incrementar al máximo los niveles de Fuerza explosiva, se han buscado nuevas formas de estimulación, entre éstas se encuentra la PAP (Abbate, Van Dervelden, Stienen & De Haan, 2001; Chiu et al., 2003; Gossen & Sale, 2000; Hamada, Sale, MacDougall & Tarnopolsky, 2000; Hamada et al., 2000; Hodgson et al., 2005; Sale, 2002; Sale, 2004).

Uno de los problemas encontrados en las revisiones de los diferentes artículos relacionados con RV es la utilización de grandes cargas de trabajo que van desde el 80% a 100% de 1RM, generando grandes daños musculares posterior a su aplicación (Bevan et al., 2010; Chatzopoulos, Michailidis, Giannakos, Alexiou, Patikas, Antonopoulos & Kotzamanidis, 2007; Chiu & Salem, 2012; Kilduff et al., 2007; McCann & Flanagan, 2010; Naclerio et al., 2014; Okuno et al., 2013; Wyland et al., 2015).

Considerando esto, es que surge la necesidad de contribuir a las investigaciones relacionadas con la RV, mediante un estudio que modifique la manera de establecer la carga de trabajo.

Una de las innovaciones de este estudio es que no utilizará el porcentaje (%) de 1RM para establecer la carga de trabajo como habitualmente se hace en los métodos de entrenamiento, sino que se utilizará la intensidad que se expresa con la velocidad y potencia de ejecución en la barra, trabajando con cargas introducidas en la zona de potencia (0,6 a 0,9 m·s⁻¹) (Badillo y Serna, 2014; Moore & Stull, 1984; Sweeney et al., 1990; Huerta y col., 2016a)

Realizar RVIS utilizando cargas en zona de potencia es un método poco explorado, por lo tanto, estandarizar este sistema de entrenamiento, que posee beneficios que se extienden más allá de los métodos convencionales, como lo son los métodos en que el trabajo de potencia se cuantifica con porcentaje de 1RM (Thibaudeau y Schwartz. 2007; Bompa & Haff, 2009). Es importante para aumentar las herramientas de los profesionales que se desenvuelven en áreas referentes al rendimiento deportivo.

Se considera que esta investigación permitirá abarcar un área poco estudiada en el entrenamiento deportivo, utilizando mujeres con experiencia deportiva como sujetos de estudio, creando una alternativa válida para ser aplicada en deportes donde la Fuerza explosiva elástica-refleja sea la capacidad primordial para conseguir buenos resultados deportivos (García-Manso, 1999).

2.5 IMPACTO ESPERADO

- Contribuir a la generación de conocimientos en áreas específicas del entrenamiento deportivo.
- Validar un método de RVIS utilizando cargas dentro de la zona de potencia para aumentar el rendimiento en velocistas mujeres.
- Disminuir los períodos de entrenamiento, realizando un trabajo eficiente y optimizando recursos.
- Introducir una metodología de entrenamiento a diversas poblaciones deportivas.

- Generar interrogantes aún más específicas, que permitan la realización de nuevos estudios en diversas poblaciones deportivas.

2.6 METODOLOGÍA

En este punto se explicitará de forma detallada los pasos que se han realizado para llevar a cabo la investigación, del mismo modo se explicitan los elementos tales como: el tipo de estudio, la población, la muestra, variables consideradas, técnicas de recolección de información, tratamiento estadístico y tipo de análisis. La presentación de este capítulo se levanta y define bajo las propuestas teóricas de Hernández, Fernández y Baptista (2004).

2.6.1 TIPO DE ESTUDIO

Paradigma y enfoque cuantitativo.

El siguiente estudio posee una perspectiva cuantitativa, paradigma clásico tradicional, pues es de carácter secuencial siguiendo una estructura determinada y probatoria, ya que tiene un orden lógico y busca probar una hipótesis establecida para ser aceptada o rechazada dependiendo de los resultados obtenidos.

2.6.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.

El estudio que a continuación se presenta, tiene un diseño metodológico cuasi experimental intra sujeto. Una de las características de este diseño es que los mismos sujetos pasan por todas las condiciones experimentales. Se realizan entre condiciones y para ellas se utilizan las medidas de cada sujeto en cada condición (Anguera, Arnau, Ato, Martínez, Pascual & Vallejo, 1995).

Una de las ventajas de este diseño es que permite realizar estudios a pequeños grupos experimentales, ya que se comparan con ellos mismos haciendo que el proceso sea mucho más ágil y controlado, además cabe destacar que aumenta la muestra.

2.6.3 CONTEXTO DEL ESTUDIO Y SELECCIÓN DE LOS INFORMANTES

El desarrollo de esta investigación tiene como punto de referencia validar un protocolo de activación planteado por Huerta y col. (2016a), donde utilizó RVIS para inducir la PAP y por ende mejorar la Fuerza explosiva en atletas militares. Para poder validar

dicho sistema, se trabajará con un grupo de velocistas mujeres pertenecientes a diferentes clubes de la Región de Valparaíso, Chile.

Diez velocistas mujeres pertenecientes a diferentes clubes de la Región de Valparaíso, Chile, fueron parte del estudio (Tabla 1).

El criterio principal de inclusión de la investigación corresponde a atletas velocistas mujeres de alto nivel nacional.

Tabla 1. Características de la muestra (media \pm Desviación Estándar (DS)) del estudio.

	Grupo experimental (n = 10)
Edad (años)	20,3 \pm 1,9
Estatura (cm)	162,4 \pm 6,1
Peso (kg)	56,0 \pm 6,9
IMC (kg/m ²)	21,2 \pm 2,0
Porcentaje Graso	22,1 \pm 3,3

IMC (índice de Masa corporal).

Todas las deportistas y entrenadores fueron informados del objetivo de este estudio y de los posibles riesgos del experimento, para lo cual, todos firmaron un consentimiento informado antes de la aplicación del tratamiento. El consentimiento informado y el estudio fueron aprobados por el Comité en Investigación de la Universidad de Playa Ancha, Chile (006/2017)

2.6.4 DEFINICIÓN DE VARIABLES

Según Hernández y col. (2004), una variable “es una propiedad que puede fluctuar y cuya variación es susceptible de medirse u observarse”. En este contexto se definen las siguientes variables:

2.6.4.1 VARIABLES DEPENDIENTES

Definidas como aquellas propiedades de la realidad que pueden variar, esto por la acción o causa de las variables independientes, en este caso la variable dependiente es el tiempo realizado en los 30 metros planos.

2.6.4.2 VARIABLES INDEPENDIENTES

Definidas como aquellas propiedades que no varían, para este estudio en particular se ha definido como variable independiente el protocolo de RVIS que consistía en utilizar una carga liviana ($1,0-1,1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ equivalente a un 22% de 1RM) y una carga pesada ubicada dentro de zona de potencia ($0,6 - 0,7 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ equivalente a un 60% de 1RM), en donde las cargas fueron cuantificadas por velocidad de barra medida a través de Encoder (Acelerómetro).

2.6.4.3 VARIABLES INTERVINIENTES

Estas variables fueron consideradas como todos los factores que ejercieron una acción indirecta sobre los resultados. Es así, como dentro de las más intervinientes se encontraron las diferentes técnicas que utilizaban las atletas al momento de realizar las sentadillas y esto era producto de que al ser deportistas de diferentes clubes tenían diferentes entrenadores.

La alimentación juega un rol fundamental porque puede influenciar el rendimiento esperado de las deportistas de manera positiva como negativa, evidenciándose aumento de metabolismo o fatiga. Dado lo anterior y considerando que, en un grupo homogéneo, donde la ingesta es igual para todos, los resultados serían atribuidos al método y no a la variable. Pese a la importancia de lo anteriormente planteado, el difícil control que como investigadores teníamos sobre la alimentación de las deportistas, llevó a tomar la decisión de entregar sugerencias de alimentación el primer día de intervención con las deportistas, dependiendo de ellas el seguir o no las indicaciones.

El viento es otra variable interviniente, el cual se presenta con intensidades considerables en Playa Ancha (lugar donde se llevó a cabo la investigación) pudiendo afectar los tiempos de carrera de las atletas, es por esto por lo que se incorporó un anemómetro profesional, el cual arrojó datos que evidenciaron que dicha variable no

tuvo injerencia en su rendimiento. A pesar de lo anteriormente mencionado se utilizó una medida promedio de viento entregada por el anemómetro la cual fue de $0,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

La motivación es otra de las variables que pudo intervenir en el desarrollo de la investigación. La realización del programa debía tener una exigencia máxima durante todo el programa, por tanto, y con el propósito de entregar un feedback inmediato a los sujetos, se monitorearon todas las ejecuciones. Concentraciones de lactato es una medición de la motivación como indicador.

Por otro lado, a todas las participantes de la investigación se les solicitó que se abstuvieran de ingerir cafeína, medicamentos y cualquier sustancia que incrementara el metabolismo durante todo el experimento, debido a que podrían generar alteraciones en los resultados.

2.7 INFRAESTRUCTURA PARA LA APLICACIÓN DEL PROTOCOLO DE RVIS.

Para el desarrollo del programa de RVIS se utilizó la pista atlética del Estadio Elías Figueroa ubicada en avenida Guillermo González de Hontaneda esquina Leopoldo Carvallo, Playa Ancha, Valparaíso, Chile. El material con el cual está hecha la pista atlética es el tartán. Además de contar con la infraestructura se pudo tener acceso a la sala de máquinas del estadio, la cual contaba con la altera para la barra y suficientes discos para las deportistas, facilitando así la aplicación del programa.

Para la instalación de la fotocélula se utilizaron vallas de atletismo dispuestas a los costados de la calle número seis, en donde las deportistas realizaron las series de 30 m, además del uso de extensiones eléctricas para la conexión de la fotocélula, los computadores, el Encoder y cámara de grabación de respaldo.

2.7.1 MONTAJE DEL PROTOCOLO DE RVIS.

Una de las primeras medidas fue diseñar, montar y probar la infraestructura con la que se aplicó el método de trabajo. Infraestructura que se detalla a continuación:

- Una semana antes a la aplicación se efectuó la instalación del material utilizado en la fotocélula.

- Se instalaron los sensores de la fotocélula en vallas al borde de la pista de atletismo utilizada para los 30 metros.
- Se cablearon los sensores mediante alargadores conectados a una fuente de energía ubicada en el Estadio Elías Figueroa Brander.
- Dos días después de probar los instrumentos se realizó la prueba del anemómetro para medir el viento.
- El día de la aplicación, el equipo de investigación se juntó una hora antes de la aplicación (7 am), en el estadio Elías Figueroa, ubicado en Playa Ancha, Valparaíso.
- Mientras el profesor tutor realizaba la medición antropométrica, los tesisistas realizaban la instalación de los instrumentos al igual que en la prueba realizada una semana antes.
- En un costado de la pista se instaló el anemómetro para cuantificar la velocidad del viento.
- Posterior a la instalación de la fotocélula, se ubicaron los discos y barra para la realización del protocolo de RVIS.
- Para agilizar el proceso, se les solicitó a las velocistas que tuvieran a mano sus zapatillas aptas para realizar sentadillas y zapatillas con clavos para llevar a cabo la carrera de 30 metros planos.
- Se instaló la estación de medición de velocidad de barra y el instrumento utilizado fue el Encoder Lineal CHRONO JUMP® y se ubicó en un costado de la pista.
- En la misma estación donde se encontraba el encoder, se tomaron las muestras de lactato con el medidor h/p/Cosmos Sirius®, la persona encargado en tomar las muestras tomo todas las medidas sanitarias para tal efecto.

2.7.2 PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN

El estudio considera, la aplicación de un programa de RVIS en grupo compuesto por velocistas mujeres pertenecientes a diversos clubes regionales. Dicho programa, corresponde a tres sesiones durante una semana con una duración de 60 minutos

aproximadamente. Previo a cualquier proceso de intervención, a las atletas se les midió el peso, talla y pliegues cutáneos.

2.7.3 CALENTAMIENTO ESTANDARIZADO

Con el fin de estandarizar las variables posibles controlables se realizó un calentamiento en común para todas las atletas en los momentos previos de la evaluación el cual se compuso de 10 minutos de carrera continua de baja-moderada intensidad en donde los primeros minutos fueron de libre disposición para las atletas, posteriormente se les guio en movimientos balísticos del tren inferior.

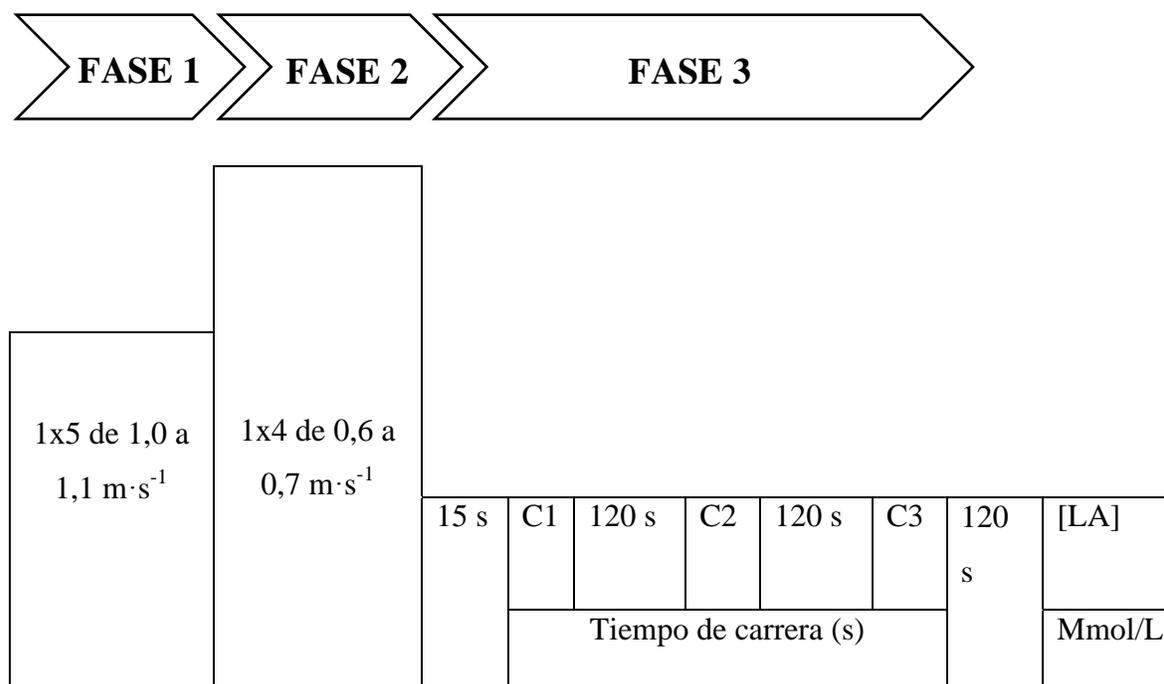
El programa de trabajo incluyó la medición de 1RM indirecta en sentadilla. Este test se evaluó 24 horas antes del tratamiento experimental. Durante este test se utilizó la intensidad expresada como velocidad y potencia de ejecución (Badillo y Serna, 2014), para corroborar que la velocidad vertical en la que desplazaban la barra estuviera dentro de la zona de potencia (Bautista, Chiroso, Chiroso, Martin, Gonzalez & Robertson, 2014) específicamente en la zona de trabajo de nuestra investigación ($0,6$ a $0,7 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$). Una vez terminada la corroboración del trabajo en la zona de potencia, se formaron dos sub grupos experimentales de cinco atletas cada uno, ordenados de menor a mayor según los pesos que lograron levantar, con el fin de optimizar el tiempo y fluidez de la investigación al momento de su aplicación. Posterior a esto, las atletas realizaron tres carreras de 30 metros desde una partida estática (salida alta) a la mayor velocidad que les fuera posible y de estos datos se consideró el tiempo mínimo y el tiempo promedio en 30 metros. Todos estos datos fueron parte de la serie de control. Una vez finalizada la tercera repetición de 30 metros, a todas las atletas se les midieron las concentraciones de lactato [La], antecedentes utilizado como parte de la serie de control (Tabla 2)

Tabla 2. Diseño Experimental de RVIS a través de sentadillas para la investigación en velocistas mujeres.

Hora	Día 1	Día 2	Día 3
	Línea base	Serie control	Serie experimental
8:00	Test incremental para curva Fuerza/Velocidad para toda la muestra ($m \cdot s^{-1}$)	4 series: 3 x 30 metros planos 120" micro pausa entre cada repetición. 180" macro pausa entre cada serie	4 series de sentadilla con RVIS: 1 x 5 de 1,0 a 1,1 $m \cdot s^{-1}$ 1 x 4 de 0,6 a 0,7 $m \cdot s^{-1}$ 3 x 30 metros planos 120" micro pausa entre cada repetición.
9:00	Serie Control: 1x4 a 0,6 a 0,7 $m \cdot s^{-1}$		
10:00	Serie Control: 3 x 30 m		
Variables	[LA] post esfuerzo	[LA] post esfuerzo	[LA] post esfuerzo
Evaluadas	Tiempo en 30 m Velocidad promedio en sentadilla	Tiempo en 30 m Velocidad promedio en sentadilla	Tiempo en 30 m Velocidad promedio en sentadilla

La sesión de intervención con RVIS consistió en: 4 series de 5 repeticiones de 1,0- 1,1 $m \cdot s^{-1}$ (movimiento vertical de la barra) equivalente a un 22% de 1RM (Fase 1) + una pausa de 5 segundos (cambio de discos) + 4 repeticiones a 0,6 – 0,7 $m \cdot s^{-1}$ (movimiento vertical de la barra) equivalente a un 60% de 1RM (Fase 2) + una pausa de 15 segundos para realizar el cambio de zapatillas de clavos + 3 repeticiones de 30 m separadas por 120 s (Fase 3) (Figura 7).

Figura 7. Diseño de sesión experimental de RVIS a través de Sentadilla para la investigación.



% (porcentaje); m (metros); mmol/L (milimoles por litro); [LA] (concentraciones de lactato); C1 (carrera 1); C2 (carrera 2); C3 (carrera 3); s (segundos); m·s⁻¹ (metros por segundos).

Nota: la carga de trabajo de 1,0 a 1,1 m·s⁻¹ equivale al 22% de 1RM y para 0,6 a 0,7 m·s⁻¹ equivale a un 60% de 1RM.

2.8 APLICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN

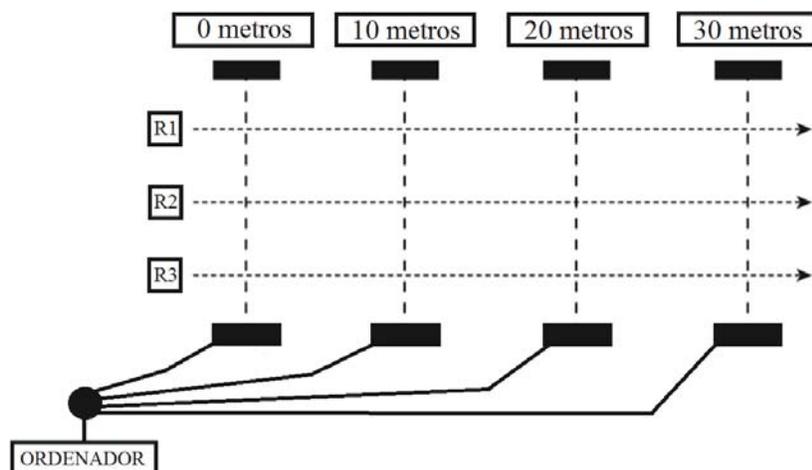
Para obtener el peso y estatura de la muestra se utilizó la balanza y Estadiómetro Health o Meter Professional® (Bridgeview, Illinois, Estados Unidos), la cual puede medir hasta 204 kg y posee una vara que va desde los 60 hasta 2014 cm de altura; en tanto el porcentaje graso de las deportistas se obtuvo a través la medición de los pliegues cutáneos, bicipital, trícipital, subescapular y supra iliaco o espinal, utilizando el método

de Durmin y Womersley (Durmin & Womersley, 1974). Esta medición fue realizada con un caliper Baseline (Atlanta, Estados Unidos) de una presión constante de 10 gm/mm².

Se utilizó el Encoder Lineal CHRONO JUMP® (Barcelona, España) a través del software CHRONOJUMP versión 1.4.6.0® para obtener el 1RM (Kg) y la velocidad vertical de la barra en sentadillas de cada deportista.

Se evaluó la 1RM de forma indirecta en una sesión; para obtener dicho dato se utilizó la fórmula propuesta por Sánchez-Medina, Pérez & González-Badillo (2010). Una hora después de la obtención de 1RM y de realizar el test incremental para curva Fuerza/Velocidad para toda la muestra, se procedió a evaluar una serie control al 0,6-0,7 m·s⁻¹ de velocidad vertical de la barra (acotando el rango de velocidad en pos de un trabajo más exacto), lo anterior mencionado tuvo como objetivo verificar la zona de potencia de cada una de las atletas a prueba (Bautista et al., 2014). Durante todo el experimento, el método de RVIS en sentadilla fue monitoreado tanto en sus cargas livianas (1,0 a 1,1 m·s⁻¹) como en sus cargas pesadas (0,6-0,7 m·s⁻¹), lo que permitió verificar la aparición de fatiga durante el transcurso de la intervención.

Para medir los 30 metros planos se realizó una evaluación desde el inicio (0 m), a los 10 m, 20 m y 30 m (figura 8). Para obtener los datos de los tiempos parciales (10 y 20 m) y el tiempo final (30 m), se trabajó con una fotocélula CHRONOJUMP® a través del software CHRONOJUMP versión 1.4.6.0®. Las atletas realizaron una serie control y cuatro series del método experimental y en cada una de ellas se trabajaron en el menor tiempo posible tres carreras de 30 m planos con una pausa de 120 s por repetición.



R1 (repetición 1); R2 (repetición 2); R3 (repetición 3); |---| (pórtico de foto célula).

Figura 8. Secuencia de repetición de 30 metros planos del tratamiento experimental para el estudio

Finalmente, se controló con el medidor h/p/Cosmos Sirius® (Munich, Alemania) la concentración de Lactato ([La]) en sangre a las deportistas tanto en la serie control como en las cuatro series experimentales 120 s posteriores al término de la tercera repetición. Este instrumento genera una detección enzimática-amperométrica de Lactato con una precisión de $\pm 3\%$ (DS de 0,2 milimoles por litro de sangre (mmol/L)), volumen de muestra 0,2 μL y con un rango de medición de 0,5 – 25,0 mmol/L. Esto con el fin de conocer el nivel de fatiga muscular presentada por las atletas posterior al esfuerzo realizado.

2.9 LIMITACION DE LA INVESTIGACIÓN.

Para este estudio, existen variables que no fueron consideradas y que pueden estar interfiriendo negativamente en los resultados, en este caso al reclutar atletas de diferentes clubes deportivos había diferencia en la técnica de sentadilla, por lo que no se brindó el espacio para mejorar estas falencias técnicas. Tampoco se consideró en qué momento se encontraba la atleta respecto a su planificación anual al momento de participar en esta investigación.

Por otro lado, solo se les entrego sugerencias respecto a su alimentación y horas de descanso, sin embargo, esto solo quedo a criterio de las participantes si las llevaban a cabo.

2.10 TÉCNICAS DE RECOGIDAS DE DATOS.

Todos los datos fueron registrados en papel durante la investigación y posteriormente se proyectaron en una planilla Excel, en donde se realizó dos revisiones para verificar que tanto los datos registrados fueran equivalentes a los que se obtuvieron por medio de los instrumentos utilizados.

2.11 TRATAMIENTO ESTADÍSTICO

Para esta investigación se utilizó el software IBM SPSS® statistics 23. El cual en su introducción al manual de utilización señala que el programa STARTICALPRODUCT AND SERVICESOLUTIONS (SPSS)”, es un conjunto de herramientas de tratamientos de datos para el análisis estadístico. Al igual que el resto de las aplicaciones que utilizan como soporte el sistema operativo Windows el SPSS funciona mediante menús desplegables.

2.12 ANÁLISIS DE LOS DATOS

En primer lugar, se ha realizado un estudio descriptivo de las variables, mediante el cálculo de la media, desviación estandar, mínimo y máximo. También, se ha aplicado la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk (prueba recomendada cuando existen menos de treinta sujetos). Luego se realizó una ANOVA de medias repetidas para analizar las diferencias entre las series control y las cuatro experimentales de forma grupal y posteriormente se realizó un análisis de las diferencias y coeficientes de variación entre la serie control y cuatro experimentales de forma individual. El tamaño del efecto se calculó utilizando la prueba de Eta Cuadrado Parcial.

Para el análisis Post hoc, en aquellas variables que se evidenciaron cambios significativos a través de la prueba ANOVA de medias repetidas, se aplicó un t de student. Con esta prueba se logró comparar la serie control con serie experimental 1 (par 1), serie control con serie experimental 2 (par 2), serie control con serie experimental 3 (par 3) y serie control con serie experimental 4 (par 4). El tamaño del efecto se calculó a

través de la prueba d-cohen (Tabla 6). Esta prueba considera un efecto insignificante ($d < 0,2$), pequeño (0,2 a 0,6), moderado ($d = 0,6$ a 1,2), grande ($d = 1,2$ a 2,0), o muy grande ($d > 2,0$). La zona de rechazo de la hipótesis nula se ha establecido en el 95% de confiabilidad.

**CAPITULO III:
RESULTADOS**

Los resultados de esta prueba presentados en la siguiente tabla indican que el peso, la estatura, el IMC, la carga absoluta y la carga relativa siguen la distribución normal (Tabla 3). Cabe destacar que estos resultados se obtuvieron previo a las series experimentales, en donde se incorporó la carga relativa para analizar los niveles de Fuerza que tenían los sujetos del estudio.

Tabla 3. Estadísticos descriptivos de parámetros antropométricos y prueba de normalidad.

	N	Media \pm DS	Mínimo	Máximo	Shapiro-wilk
Pesos (kg)	10	56,0 \pm 6,9	43	63,8	0,526
Estatura (cm)	10	162,4 \pm 6,1	152	170	0,086
IMC (kg/ m ²)	10	21,2 \pm 2,0	18,6	24,7	0,338
Carga absoluta (kg)	10	96,36 \pm 14,7	78,3	117,4	0,251
Carga relativa	10	1,72 \pm 0,2	1,52	2,1	0,186

Analizando los resultados a través de la prueba ANOVA de medias repetidas, la velocidad promedio (V pro) en sentadilla no presentaron cambios significativos ($p = 0,949$; TE = 0,033). En los tiempos promedios (T pro) en 30 m presentaron descensos en las series experimentales (series 1, 3 y 4), pero no alcanzaron el nivel de significancia establecida para este estudio ($p = 0,997$; TE = 0,005). Las progresiones y cambios están reportados en la tabla 4 y 5, y en los Gráficos 1 y 2.

Las [LA] al termino de cada serie sufrieron incrementos significativos ($p = 0,000$; TE = 0,878). Las progresiones y cambios están plasmados en la tabla 4 y 6, y en el Gráfico 3.

Tabla 4. Resultados (Media \pm DS) de PAP a través de RVIS en sentadilla para la serie control y las cuatro experimentales.

Serie control versus serie experimental 1				
Variable	Serie control	Serie 1	Δ	CV
	Media \pm DS	Media \pm DS	Serie 1	Serie 1 (%)
V pro en sentadilla ($m \cdot s^{-1}$)	0,68 \pm 0,02	0,69 \pm 0,07	0,01	1,47
T pro en 30 m (s)	4,609 \pm 0,23	4,580 \pm 0,23	-0,029	-0,63
[LA] (mmol/L)	1,52 \pm 0,24	5,79 \pm 1,49	4,27 F	280,92
Serie control versus serie experimental 2				
Variable	Serie control	Serie 2	Δ	CV
	Media \pm DS	Media \pm DS	Serie 2	Serie 2 (%)
V pro en sentadilla ($m \cdot s^{-1}$)	0,68 \pm 0,02	0,67 \pm 0,05	-0,01	-1,47
T pro en 30 m (s)	4,609 \pm 0,23	4,616 \pm 0,22	0,007	0,15
[LA] (mmol/L)	1,52 \pm 0,24	8,14 \pm 1,92	6,62 F	435,53
Serie control versus serie experimental 3				
Variable	Serie control	Serie 3	Δ	CV
	Media \pm DS	Media \pm DS	Serie 3	Serie 3 (%)
V pro en sentadilla ($m \cdot s^{-1}$)	0,68 \pm 0,02	0,67 \pm 0,04	-0,01	-1,47
T pro en 30 m (s)	4,609 \pm 0,23	4,603 \pm 0,23	-0,006	-0,13
[LA] (mmol/L)	1,52 \pm 0,24	9,38 \pm 2,28	7,86 F	517,11
Serie control versus serie experimental 4				
Variable	Serie control	Serie 4	Δ	CV
	Media \pm DS	Media \pm DS	Serie 4	Serie 4 (%)
V pro en sentadilla ($m \cdot s^{-1}$)	0,68 \pm 0,02	0,69 \pm 0,08	0,01	1,47
T pro en 30 m (s)	4,609 \pm 0,23	4,592 \pm 0,19	-0,017	-0,37
[LA] (mmol/L)	1,52 \pm 0,24	8,41 \pm 2,09	6,89 F	453,29

V pro (velocidad promedio); T pro (tiempo promedio); $m \cdot s^{-1}$ (metros por segundo); s (segundos); [LA] (concentraciones de Lactato); mmol/L (milimoles por litro); % (porcentaje); DS (desviación estándar); Δ (diferencia entre la serie control la serie experimental 1, 2, 3 ó 4 en valores absolutos); CV (coeficiente de variaciones entre la serie de control y la serie experimental 1, 2, 3 ó 4 en porcentajes); F $p < 0,01$ entre la serie control y las series experimentales.

Tabla 5. Resultados análisis ANOVA y tamaño del efecto (Eta Cuadrado Parcial) de PAP a través RVIS en sentadilla para la serie control y las cuatro experimentales.

Variable	Serie control	Serie 1	Serie 2	Serie 3	Serie 4	ANOVA	ETA
	Media \pm DS	<i>P</i>	parcial				
V pro en sentadilla ($m \cdot s^{-1}$)	$0,68 \pm 0,02$	$0,69 \pm 0,07$	$0,67 \pm 0,05$	$0,67 \pm 0,04$	$0,69 \pm 0,08$	0,94	0,033
T pro en 30 m (s)	$4,609 \pm 0,23$	$4,580 \pm 0,23$	$4,616 \pm 0,22$	$4,603 \pm 0,23$	$4,592 \pm 0,19$	0,99	0,005
[LA] (mmol/L)	$1,52 \pm 0,24$	$5,79 \pm 1,49$	$8,14 \pm 1,92$	$9,38 \pm 2,28$	$8,41 \pm 2,09$	0,000	0,878

V pro (velocidad promedio); T pro (tiempo promedio); $m \cdot s^{-1}$ (metros por segundo); s (segundos); [LA] (concentraciones de Lactato); mmol/L (milimoles por litro); DS (desviación estándar).

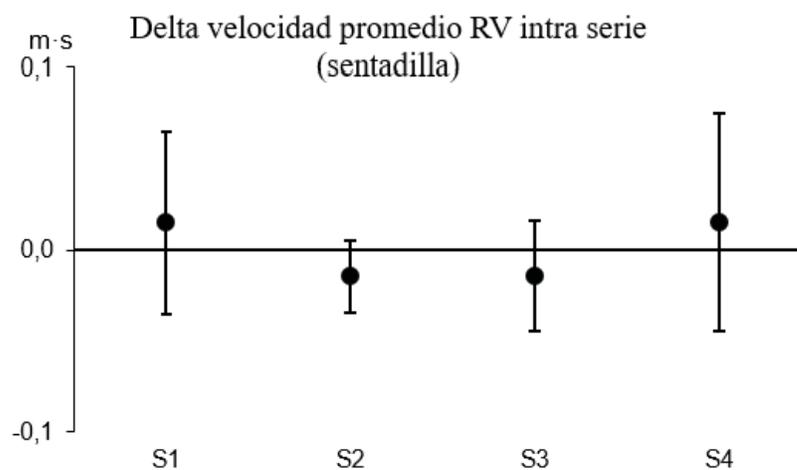


Gráfico 1. Delta velocidad promedio en RVIS serie control y 4 series experimentales.

Al analizar los deltas de la velocidad promedio en sentadilla ($m \cdot s^{-1}$) se puede apreciar que en las series 2 y 3 hubo descensos en la velocidad, pero no alcanza a ser significativo comparado con la serie control.

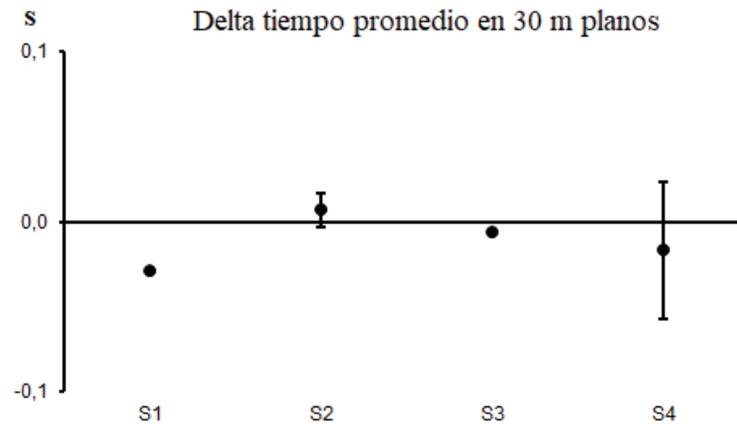


Gráfico 2. Delta tiempo promedio en 30 metros planos entre serie control y 4 series experimentales.

En el grafico 2 se aprecia que los deltas de los tiempos promedio en 30 metros planos entre la serie control y serie experimental 1 presento descensos en sus tiempos ($\Delta S1 = -0,029$), al igual que serie 3 ($\Delta S3 = -0,006$) y serie 4 ($\Delta S4 = -0,017$), sin embargo, estos valores no alcanzan a ser significativos con un nivel de 95 % de confiabilidad.

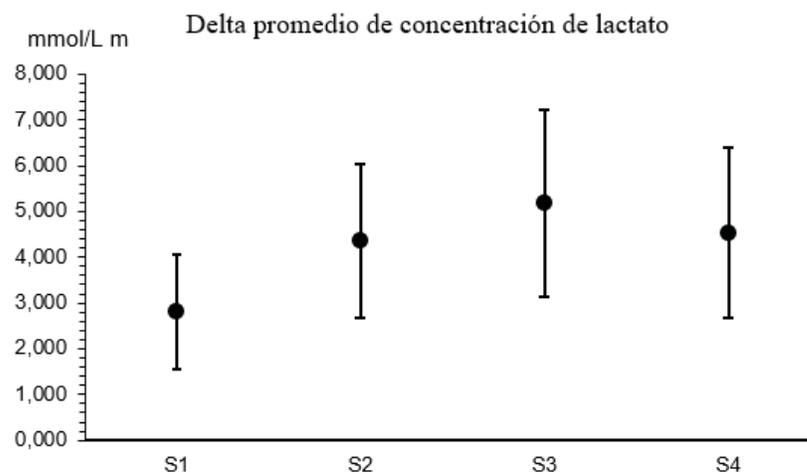


Gráfico 3. Delta promedio de concentración de lactato entre serie control y 4 series experimentales.

Las [LA] presentaron aumentos significativos entre la serie control y las 4 experimentales, por lo que se sometió a un análisis Post Hoc para lograr comparar cada una de sus series: serie control con serie experimental 1 (par 1), serie control con serie experimental 2 (par 2), serie control con serie experimental 3 (par 3) y serie control con serie experimental 4 (par 4) y el tamaño del efecto se calculó a través de la prueba d-cohen. Estos cambios se presentan en la Tabla 6.

Tabla 6. Análisis Post Hoc para [LA] posterior a la PAP a través de RVIS

Concentración de Lactato				
Condición de contraste (serie control – Series)	Serie control (media ± DS)	Series experimentales (media ± DS)	Prueba t-student <i>p</i>	Prueba <i>d-Cohen</i>
Par 1 [LA] mmol/L m	SC 1,52 ± 0,24	S1 5,79 ± 1,49	0,000	4,001
Par 2 [LA] mmol/L m	SC 1,52 ± 0,24	S2 8,14 ± 1,92	0,000	4,838
Par 3 [LA] mmol/L m	SC 1,52 ± 0,24	S3 9,38 ± 2,28	0,000	4,848
Par 4 [LA] mmol/L m	SC 1,52 ± 0,24	S4 8,41 ± 2,09	0,000	4,631

mmol/L (milimoles por litro); SC (serie control); S1 (serie 1); S2 (serie 2); S3 (serie 3); S4 (serie 4); DS (desviación estándar).

En el análisis se obtuvieron resultados estadísticamente significativos, mostrando que en todas las series experimentales los mmol/L aumentaron, donde se sometió a la prueba d-cohen, dando como resultado que en todos los pares (1, 2, 3 y 4) el TE fue grande ($d > 2,0$). Esto quiere decir que las velocistas en todas las series experimentales mantuvieron el máximo nivel de exigencia en la carrera de 30 metros planos.

Analizando los resultados de manera grupal a través de la prueba ANOVA en los tiempos promedio en 30 metros planos (s), no se evidenciaron cambios significativos, sin embargo, al analizar los datos de manera individual se puede apreciar que el 50% de las mujeres velocistas participantes de esta investigación si mejoraron sus tiempos en al menos 3 series experimentales (sujetos 1, 5, 6, 7 y 9) y el otro 50% no presentaron

mejoras en sus tiempos promedios en 30 metros planos (sujetos 2, 3, 4, 8 y 10) ver Tabla 7.

Tabla 7. Resultados individuales de tiempos (s) en 30 m (Media)

Sujetos	Serie control	Serie 1	Serie 2	Serie 3	Serie 4	Δ Serie 1	CV Serie 1 (%)	Δ Serie 2	CV Serie 2 (%)	Δ Serie 3	CV Serie 3 (%)	Δ Serie 4	CV Serie 4 (%)
1	4,826	4,549	4,54	4,569	4,727	-0,27	-5,74	-0,28	-5,86	-0,25	-5,32	-0,09	-2,05
2	4,459	4,504	4,95	4,969	4,589	0,045	1,00	0,498	11,17	0,51	11,43	0,13	2,91
3	4,387	4,791	4,64	4,620	4,749	0,404	9,2	0,253	5,77	0,233	5,31	0,36	8,25
4	4,308	4,985	4,82	4,984	4,833	0,677	15,71	0,519	12,05	0,676	15,69	0,52	12,18
5	4,633	4,493	4,59	4,562	4,751	-0,14	-3,02	-0,03	-0,84	-0,07	-1,53	0,11	2,54
6	4,845	4,163	4,16	4,338	4,191	-0,68	-14,0	-0,68	-14,1	-0,50	-10,4	-0,65	-13,4
7	5,009	4,534	4,64	4,431	4,409	-0,47	-9,48	-0,36	-7,20	-0,57	-11,5	-0,60	-11,9
8	4,366	4,347	4,37	4,340	4,539	-0,02	-0,44	0,007	0,16	-0,02	-0,59	0,173	3,96
9	4,722	4,661	4,671	4,488	4,657	-0,06	-1,29	-0,05	-1,08	-0,23	-4,95	-0,06	-1,37
10	4,536	4,772	4,745	4,732	4,479	0,236	5,20	0,209	4,60	0,196	4,32	-0,05	-1,25

Δ (diferencia entre la serie control la serie experimental 1, 2, 3 ó 4 en valores absolutos);
CV (coeficiente de variaciones entre la serie de control y la serie experimental 1, 2, 3 ó 4 en porcentajes); % (porcentaje); s (segundos).

Al promediar cada una de sus series experimentales (s) y calcular el CV (%) de las mujeres que si obtuvieron mejoras en sus tiempos promedio, se puede apreciar que el sujeto 1 (CV = 4,74%), sujeto 5 (CV = 0,71%), sujeto 6 (CV = 13,04%), sujeto 7

(10,04%) y sujeto 9 (2,17%) mejoraron sus tiempos promedio en 30 metros planos en comparación con su serie control, quedando en evidencia que los sujetos 6 y 7 obtuvieron los mayores porcentajes en esta investigación, mejorando sus tiempos en todas las series. Ver Tabla 7.

CAPITULO IV:
DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Al consultar la literatura que relacione la RVIS con la PAP, se pudo apreciar que las intensidades sobre el 75% de 1RM obtuvieron cambios significativos en Fuerza explosiva (Chiu & Salem, 2012; Crum et al., 2012; Naclerio et al., 2014) esto gracias al reclutamiento de fibras musculares tipo II (López-Chicharro y Fernández-Vaquero, 2010, pp. 91), por otro lado, se encontraron estudios que utilizaron cargas inferior al 70% de 1RM en donde hay investigaciones que no se evidenciaron cambios significativos (Crum et al., 2012) y estudios donde si presentaron cambios significativos (Huerta et al., 2016d; Huerta et al., 2016b), estas cargas de trabajo tienen dos condiciones que favorecen la producción de la PAP, la primera es la baja intensidad que ayuda a disipar la fatiga más rápidamente, y por otro lado, permite reclutar fibras tipo II siempre y cuando la velocidad de ejecución sea elevada

En relación con el objetivo de estudio, los resultados no mostraron un efecto agudo positivo de un tratamiento de RVIS aplicado en el T pro en 30 m en velocistas mujeres, sin embargo, se le puede atribuir al método aplicado, un mantenimiento del tiempo de carrera en las series experimentales, comparando estas con su serie control, justificándose lo planteado por Cometti (2007, pp. 262), quien plantea a la PAP como efecto fisiológico que aumenta la eficacia del trabajo muscular, incidiendo indirectamente en el incremento de rendimiento. En esta investigación, la RVIS y la producción de PAP equipararon en T pro las series de control y las experimentales.

Las [LA] sufrieron aumentos significativos entre la serie control y las cuatro series experimentales ($p = 0,000$; $TE = 0,878$) subiendo de $1,52 \pm 0,24$ a $8,41 \pm 2,09$. Esto permite inferir que durante la realización de la carrera de 30 m las velocistas comienzan a tener una mayor participación glucolítica, no obstante, la V pro en sentadilla no sufrieron alteraciones significativas entre la serie control y las cuatro series experimentales, lo que demuestra que los niveles de Fuerza se mantuvieron dentro de la zona de potencia (Bautista et al., 2014) y que las velocistas no sufrieron fatiga local durante la ejecución del experimento. En este sentido, Ojala & Häkkinen (2013), evidenciaron una diferencia significativa en las [LA] entre la serie control y los minutos 40, 80 y 120 de tres partidos de tenis, de forma similar a lo ocurrido con las velocistas del estudio. Por otro lado, West, Cunningham, Finn, Scott, Crewther, Cook & Kilduff

(2013) y Cadore, Pinheiro, Izquierdo, Correa, Radaelli, Martins y Pinto (2013), presentaron incrementos significativos en la [LA] posterior a la carga de trabajo ($p = 0,0001$). En oposición, Huerta y col. (2016b), realizaron un estudio sobre las variaciones en los indicadores sanguíneos de daño muscular posterior a la aplicación de dos programas de RVIS a través de sentadilla en pentatletas militares, en donde demostró que a las 24 horas posterior a la aplicación de los protocolos el principal indicador de daño muscular sanguíneo (cortisol) desciende de forma significativa, en la que apoyan la idea de que la activación a través de la RVIS provoca PAP en la musculatura involucrada.

Analizando los resultados de manera grupal a través de la prueba ANOVA en los T pro en 30 metros planos, no se evidenciaron cambios significativos, sin embargo, al ver los datos de manera individual se puede apreciar que el 50% de las mujeres velocistas participantes de esta investigación si mejoraron sus tiempos en al menos 3 series experimentales, tal como ocurrió en el trabajo de Huerta y col. (2016a, pp.137) en donde evidenciaron un efecto agudo positivo en el T mínimo de 30 m en pentatletas militares al aplicar un protocolo de RVIS en sentadilla (4 series de 5 repeticiones al 30% de 1RM + 4 repeticiones al 60% de 1RM), de igual manera Okuno et al. (2013) mostraron un aumento significativo ($p = 0,01$) en la velocidad de desplazamiento con cambio de dirección (30 m con un cambio de dirección a los 15 m).

Lamentablemente, los hallazgos encontrados no se pueden señalar como una tendencia, ya que gran parte de las investigaciones científicas consultadas trabajan con el porcentaje de 1RM (Huerta y col., 2016a; Bevan et al., 2010; Chatzopoulos et al., 2007; Chiu & Salem, 2012; Kilduff et al., 2007; Mcann & Flanagan, 2010; Naclerio et al., 2014; Okuno et al., 2013; Wyland et al., 2015) y no con la intensidad expresada como velocidad y potencia de ejecución (Badillo y Serna, 2014, pp. 142), menos aún que relacionen RVIS con la zona de potencia (Bautista et al., 2014) y que utilicen a mujeres como sujetos de estudio.

Para que un atleta pueda producir PAP este debe estar asociado a las cargas de trabajo, entiéndase a densidad, volumen e intensidad (Cometti, 2007, pp. 267), por lo tanto, este protocolo carece de un periodo de asociación con la RVIS y un periodo de correcciones

técnicas, ya que si no se consideran posiblemente puedan estar afectando los resultados del estudio. Por otro lado, Lowery et al. (2012) asegura que la potenciación se produce entre los 3-4 minutos después del estímulo (este tiempo varía según los niveles de Fuerza del sujeto), en un estudio de Mola, Bruce-Low & Burnet (2014) que utilizó a 22 jugadores de fútbol para experimentar sobre cuál era el tiempo óptimo de recuperación para inducir PAP, en donde solo 6 jugadores respondieron al estímulo de activación a los 4 (n = 3), 12 (n = 1) y 16 (n = 2) minutos posterior el estímulo, en este sentido Scott et al. (2017) llevaron a cabo una investigación con rugbistas en donde realizaron un salto contra movimiento (CMJ) antes y a los 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 y 16 minutos después de la serie de activación, en donde se evidenció PAP entre los 2 y 6 minutos posterior al estímulo. Al estimular al sistema nervioso central, pareciera ser que la PAP se presenta después de los 2 minutos de la serie de activación, de esta manera si al protocolo de RVIS de esta investigación se le aumentara las micro y macro pausas entre las carreras, posiblemente las velocistas inducirían PAP antes que la fatiga buscando que la señal neural persista en la placa motora por unos instantes y no desvanecerse (Tillin & Bishop, 2009).

**CAPITULO V:
CONCLUSIONES**

A modo de conclusión, en relación con el objetivo general de este estudio que es “Determinar el efecto agudo de un programa de RVIS en sentadillas sobre el tiempo realizado en 30 metros planos en atletas mujeres”, los resultados no presentaron un efecto agudo positivo sobre el tiempo realizado en 30 metros planos, sin embargo, al realizar esta investigación con un deporte individual (atletismo) es relevante analizar los resultados de esta misma forma, en donde se puede apreciar que el 50% de las mujeres velocistas mejoraron sus tiempos en al menos tres series experimentales y un 70% tuvo mejoras en al menos un serie experimental, comparada con su serie control. Estas mejoras se le atribuye a la PAP de la musculatura involucrada en la carrera, pero al cruzar los resultados con las velocistas que si obtuvieron mejoras en sus tiempos promedio con las que no presentaron mejoras, no se logra alcanzar los niveles de significancia.

Cabe destacar que, en el atletismo especialmente las pruebas de pista el tiempo en que se ejecuta la prueba es lo que se traduce en una medalla, un récord personal o una clasificación a campeonatos importantes de esta disciplina, por lo tanto, estas mejoras, aunque no alcancen los niveles de significancia en términos estadísticos podría ser determinante a la hora de conseguir un lugar en el pódium, un récord mundial o clasificación en los juegos olímpicos.

Con respecto al objetivo específico N°1, “Determinar la línea base de las atletas mujeres que incluyen los tiempos promedio en treinta metros planos, los niveles de Fuerza y lactato sanguíneo de la muestra”, es imprescindible proporcionar esta base de información debido a que guía al estudio con las variables a monitorear y evaluar durante el progreso. Al comparar la línea de base (serie control) con las series experimentales se pudo apreciar como se comportaban las variables y establecer si hubo cambios significativos al termino de la investigación.

Para el objetivo N°2, “Comprobar el incremento en el rendimiento de los 30 metros planos posterior a la aplicación de un protocolo de RVIS en sentadillas con una activación neuromuscular”, los resultados mostraron un incremento en el rendimiento de los 30 metros planos en 3 series experimentales posterior a la aplicación de un protocolo

de RVIS en sentadilla, sin embargo, este incremento en el rendimiento no alcanza el nivel de significancia establecido para esta investigación.

En relación con el objetivo N°3, “Determinar el efecto de la RVIS en el mantenimiento del tiempo promedio durante las series experimentales”, los resultados demostraron que las [LA] aumentaron significativamente en todas las series experimentales comparada con la serie control, por lo tanto, los tiempos promedios deberían haber aumentado a medida que la fatiga general aumentaba, debido a que hay una mayor participación glucolítica, sin embargo, el tiempo promedio sobre 30 metros planos no sufrió cambios significativos, debido a esto, se puede concluir que este protocolo de RVIS tiene un efecto positivo sobre el mantenimiento del tiempo promedio en 30 metros.

A modo de proyección, creemos esencial existan más investigaciones relacionadas a la PAP y RV en mujeres, dado que, al no ser un campo muy explorado, sería un gran aporte a la comunidad científica y deportiva, para así ayudar a las deportistas a alcanzar su máximo rendimiento. Cabe destacar, que en próximas investigaciones se deberá contar con un tiempo de nivelación con la finalidad de equiparar a las atletas, dotar de tiempo de trabajo con RV y trabajar la técnica de sentadilla para así poseer un grupo de trabajo más homogéneo.

La finalidad de estudios venideros al igual que el presentado radicará en disminuir los periodos de entrenamiento, en donde se optimicen recursos y el trabajo realizado sea más eficiente. Esperando también metodologías como estas se extrapolen a los diferentes deportes en donde la Fuerza Explosiva predomine.

BIBLIOGRAFÍA

- Abbate, F., Van DerVelden, J., Stienen, G. & De Haan, A. (2001). Post-tetanic potentiation increases energy cost to a higher extent than work in rat fast skeletal muscle. *Journal of Muscle Research & Cell Motility*, 22 (8), 703-710.
- Abbate, F., Sargeant, A. J., Verdijk, P. W. & De Haan, A. (2000). Effects of high-frequency initial pulses and posttetanic potentiation on power output of skeletal muscle. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, 88 (1), 35-40.
- Abbruzzese, J., Abbruzzese, M., Hess, K., Raber, M., Lenzi, R. & Frost, P. (1994). Unknown primary carcinoma: natural history and prognostic factors in 657 consecutive patients. *Journal of clinical oncology*, 12 (6), 1272-1280.
- Anguera, M. T., Arnau, J., Ato, M., Martínez, R., Pascual, J. & Vallejo, G. (1995). Métodos de investigación en psicología. *Madrid: Síntesis*.
- Arabatzi, F., Patikas, D., Zafeiridis, A., Giavroudis, K., Kannas, T., Gourgoulis, V. & Kotzamanidis, C. M. (2014). The post-activation potentiation effect on squat jump performance: Age and sex effect. *Pediatric Exercise Science*, 26(2).
- Babault, N., Maffiuletti, N. A. & Pousson, M. (2008). Post activation potentiation in human knee extensors during dynamic passive movements. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 40(4), 735-743.
- Badillo, J. y Serna, J. (2014). Bases de la programación del entrenamiento de fuerza.2, 127 - 149. Inde. Barcelona, España.
- Badillo, G. y Serna, J. (2002). Bases de la programación del entrenamiento de fuerza (Vol. 308), 157 – 184. Inde. Barcelona, España.
- Baker, A., Kostov, K., Miller, R. & Weiner, M. (1993). Slow force recovery after long-duration exercise: Metabolic and activation factors in muscle fatigue. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, 74 (5), 2294-2300.
- Barbany, J. R. (2002). *Fisiología del ejercicio físico y del entrenamiento*. 9 – 27. Editorial Paidotribo. Barcelona, España.
- Batista, M. A., Roschel, H., Barroso, R., Ugrinowitsch, C. & Tricoli, V. (2011). Influence of strength training background on post activation potentiation response. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(9), 2496-2502.

- Bautista, I. J., Chiroso, I. J., Chiroso, L. J., Martin, I., Gonzalez, A. & Robertson, R. J. (2014). Development and validity of a scale of perception of velocity in resistance exercise. *Journal of Sports Science & Medicine*, 13(3), 542-549.
- Bevan, H., Cunningham, D., Tooley, E., Owen, N., Cook, C. & Kilduff, L. (2010). Influence of post activation potentiation on sprinting performance in professional rugby players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(3), 701-705.
- Bigland-Ritchie, B., Johansson, R., Lippold, O., Smith, S. & Woods, J. (1983). Changes in motoneurone firing rates during sustained maximal voluntary contractions. *The Journal of Physiology*, 340(1), 335-346.
- Bompa, T. & Haff, G. (2009). *Periodization: Theory and methodology of training*. Human Kinetics Publishers. 39 – 63. Barcelona, España.
- Bustos, A. (2013). ¿Qué es la potenciación post activación? *PubliCE Standard*.
- Bustos, A. (2007). *El Fenómeno De Potenciacion Muscular–una Revisión*.
- Bridgeman, L. A., McGuigan, M. R., Gill, N. D., & Dulson, D. K. (2017). The Effects of Accentuated Eccentric Loading on the Drop Jump Exercise and the Subsequent Postactivation Potentiation Response. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(6), 1620-1626.
- Cadore, E., Pinheiro, E., Izquierdo, M., Correa, C., Radaelli, R., Martins, J. B. y Pinto, R. (2013). Neuromuscular, hormonal, and metabolic responses to different plyometric training volumes in rugby players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(11), 3001-3010.
- Chatzopoulos, D., Michailidis, C., Giannakos, A., Alexiou, K., Patikas, D., Antonopoulos, C. & Kotzamanidis, C. (2007). Post activation potentiation effects after heavy resistance exercise on running speed. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(4), 1278-1281.
- Chen, Z. R., Lo, S. L., Wang, M. H., Yu, C. F., & Peng, H. T. (2017). Can Different Complex Training Improve the Individual Phenomenon of Post-Activation Potentiation. *Journal of human kinetics*, 56(1), 167-175.

- Chiu, L. & Salem, G. (2012). Potentiation of vertical jump performance during a snatch pull exercise session. *Journal of Applied Biomechanics*, 28(6), 627-635.
- Chiu, L., Fry, A., Weiss, L., Schilling, B., Brown, L. & Smith, S. (2003). Post activation potentiation response in athletic and recreationally trained individuals. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 17(4), 671-677.
- Cometti, G. (2007). Los métodos modernos de musculación. Editorial Paidotribo. Barcelona, España, 259.
- Cometti, G. (2005). Los métodos modernos de musculación Editorial Paidotribo Barcelona, España, 83 – 86, 92.
- Crum, A. J., Kawamori, N., Stone, M. H. & Haff, G. G. (2012). The acute effects of moderately loaded concentric-only quarter squats on vertical jump performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(4), 914-925.
- De Assis F., Sandra, L., Panissa, V., Miarka, B. & Franchini, E. (2012). Post activation potentiation: Effect of various recovery intervals on bench press power performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(3), 739-744.
- Duc, S., Rønnestad, B. R., & Bertucci, W. (2017). Adding whole body vibration to preconditioning squat exercise increases cycling sprint performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*.
- Durmin, J. & Womersley, J. (1974). Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *British journal of nutrition*, 32(1), 77-97
- Ebben, W. & Watts, P. (1998). A Review of Combined Weight Training and Plyometric Training Modes: Complex Training. *Strength & Conditioning Journal*, 20(5), 18-27.
- Esformes, J. I. & Bampouras, T. M. (2013). Effect of back squat depth on lower-body post activation potentiation. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(11), 2997-3000.
- Everett, G. (2009). *Olympic weightlifting: A complete guide for athletes & coaches*. Catalyst Athletics. Editorial Paidotribo. Barcelona, España, 4,

- Fukutani, A., Takei, S., Hirata, K., Miyamoto, N., Kanehisa, H. & Kawakami, Y. (2014). Influence of the intensity of squat exercises on the subsequent jump performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(8), 2236-2243.
- Gandevia, S. (2001). Spinal and supraspinal factors in human muscle fatigue. *Physiological Reviews*, 81(4), 1725-1789.
- Gandevia, S., Allen, G., Butler, J. & Taylor, J. (1996). Supraspinal factors in human muscle fatigue: Evidence for suboptimal output from the motor cortex. *The Journal of Physiology*, 490 (Pt 2) (Pt 2), 529-536.
- García-Manso, J. M. (1999). La fuerza. *Gymnos*, 183. Madrid, España
- Garcia-Pinillos, F., Martinez-Amat, A., Hita-Contreras, F., Martinez-Lopez, E. J. & Latorre-Roman, P. A. (2014). Effects of a contrast training program without external load on vertical jump, kicking speed, sprint, and agility of young soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(9), 2452-2460.
- Garland, S. & McComas, A. (1990). Reflex inhibition of human soleus muscle during fatigue. *The Journal of Physiology*, 429, 17-27.
- Golas, A., Wilk, M., Stastny, P., Maszczyk, A., Pajerska, K., & Zajac, A. (2017). Optimizing Half Squat Postactivation Potential Load in Squat Jump Training for Eliciting Relative Maximal Power in Ski Jumpers. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(11), 3010-3017.
- Gossen, E. & Sale, D. (2000). Effect of Post activation potentiation on dynamic knee extension performance. *European Journal of Applied Physiology*, 83(6), 524-530.
- Güllich, A. & Schmidtbleicher, D. (1995). Short-term potentiation of power performance induced by maximal voluntary contractions. *XVth Congress of the International Society of Biomechanics*, 1,348-349.
- Guyton, A., Hall, Arthur C, John, E. & Alvarez Baleriola, I. (2011). *Tratado de fisiología médica*. Elsevier. Londres, Inglaterra.

- Hamada, T., Sale, D. & MacDougall, J. (2000). Post activation potentiation in endurance-trained male athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(2), 403-411.
- Hamada, T., Sale, D., MacDougall, J. & Tarnopolsky, M. (2000). Post activation potentiation, fiber type, and twitch contraction time in human knee extensor muscles. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, 88(6), 2131-2137.
- Hammami, M., Negra, Y., Shephard, R. J., & Chelly, M. S. (2017). The Effect of Standard Strength vs. Contrast Strength Training on the Development of Sprint, Agility, Repeated Change of Direction, and Jump in Junior Male Soccer Players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(4), 901-912
- Hanson, E., Leigh, S. & Mynark, R. (2007). Acute effects of heavy- and light-load squat exercise on the kinetic measures of vertical jumping. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(4), 1012-1017.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2004). Metodología de la investigación. Editorial Félix Varela, 2. Mexico D.F. Mexico
- Hester, G. M., Pope, Z. K., Sellers, J. H., Thiele, R. M., & DeFreitas, J. M. (2017). Potentiation: Effect of ballistic and heavy exercise on vertical jump performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(3), 660-666.
- Hinshaw, T, Stephenson, M., Sha, Z., & Dai, B. (2017). The Effect of External Loading on Force and Power Production during Plyometric Push-ups. *The Journal of Strength & Conditioning Research*.
- Hirayama, K., (2014). Acute effects of an ascending intensity squat protocol on vertical jump performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(5), 1284-1288.
- Hodgson, M., Docherty, D. & Robbins, D. (2005). Post-activation potentiation. *Sports Medicine*, 35(7), 585-595.
- Huerta, Á., Chiroso, L. y Guisado, R. (2016a). Fuerza explosiva, potenciación post activación, un método eficiente para su desarrollo. *Ediciones Escuela Naval*, 1-196.

- Ojeda, Á. H., Ríos, L. C., Barrilao, R. G. & Serrano, P. C. (2016b). Acute effect of a complex training protocol of back squats on 30-m sprint times of elite male military athletes. *The Journal of physical therapy science*, 28(3), 752-756.
- Huerta Ojeda, Á. C., Chiroso Ríos, L. J., Guisado Barrilao, R., Chiroso Ríos, I. J. & Cáceres Serrano, P. A. (2016c). Efecto de la resistencia variable sobre la potenciación post activación: una revisión sistemática. *Arch. med. deporte*, 338-345.
- Huerta Ojeda, Á. C., Chiroso Ríos, L. J., Guisado Barrilao, R., Chiroso Ríos, I. J., Cáceres Serrano, P. A., & Galdames Maliqueo, S. A. (2016d). Efecto agudo de Complex Training en press banca sobre la distancia del lanzamiento de la granada. *Revista Cubana de Medicina Militar*, 45(3), 300-311.
- Jeffreys, M., Croix, M., Lloyd S., Oliver, J., & Hughes, J. (2017). The effect of varying plyometric volume on stretch-shortening cycle capability in collegiate male rugby players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*.
- Jensen, R. L. & Ebben, W. P. (2003). Kinetic analysis of complex training rest interval effect on vertical jump performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 17(2), 345-349.
- Kent-Braun, J. A. (1999). Central and peripheral contributions to muscle fatigue in humans during sustained maximal effort. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 80(1), 57-63.
- Kilduff, L., Bevan, H., Kingsley, M., Owen, N., Bennett, M., Bunce, P. & Cunningham, D. (2007). Post activation potentiation in professional rugby players: Optimal recovery. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(4), 1134-1138.
- Klug, G., Botterman, B. & Stull, J. (1982). The effect of low frequency stimulation on myosin light chain phosphorylation in skeletal muscle. *The Journal of Biological Chemistry*, 257(9), 4688-4690.
- Lowery, R., Duncan, N., Loenneke, J., Sikorski, E., Naimo, M., Brown, L. & Wilson, J. (2012). The effects of potentiating stimuli intensity under varying rest

periods on vertical jump performance and power. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(12), 3320-3325.

- López-Chicharro J, Fernández-Vaquero A. (2010). Fisiología del ejercicio. 3a ed. Buenos Aires: Ed. Médica Panamericana. 91-7
- Macefield, G., Hagbarth, K., Gorman, R., Gandevia, S. & Burke, D. (1991). Decline in spindle support to alpha-motoneurons during sustained voluntary contractions. *The Journal of Physiology*, 440, 497-512.
- MacIntosh, B. & Rassier, D. (2002). What is fatigue? *Canadian Journal of Applied Physiology*, 27(1), 42-55.
- Marchante, D. (2015). Powerexplosive. *Entrenamiento Eficiente. EditorialLuhu Alcoi, Madrid*,
- Margaria, R., Milic-Emili, G., Petit, J. & Cavagna, G. (1960). Mechanical work of breathing during muscular exercise. *Journal of applied physiology*, 15(3), 354-358.
- McCann, M. R. & Flanagan, S. P. (2010). The effects of exercise selection and rest interval on post activation potentiation of vertical jump performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(5), 1285-1291.
- Metzger, J. M., Greaser, M. L. & Moss, R. L. (1989). Variations in cross-bridge attachment rate and tension with phosphorylation of myosin in mammalian skinned skeletal muscle fibers. Implications for twitch potentiation in intact muscle. *The Journal of General Physiology*, 93(5), 855-883.
- Miarka, B., Del Vecchio, F. B. & Franchini, E. (2011). Acute effects and post activation potentiation in the special judo fitness test. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(2), 427-431.
- Mitchell, C. J. & Sale, D. G. (2011). Enhancement of jump performance after a 5-RM squat is associated with post activation potentiation. *European Journal of Applied Physiology*, 111(8), 1957-1963.
- Miyamoto, N. (2012). Warm-up procedures to enhance dynamic muscular performance. *The Journal of Physical Fitness and Sports Medicine*, 1(1), 155-158.

- Moore, R. L. & Stull, J. T. (1984). Myosin light chain phosphorylation in fast and slow skeletal muscles in situ. *The American Journal of Physiology*, 247(5 Pt 1), C462-71.
- Naclerio, F., Faigenbaum, A., Larumbe-Zabala, E., Ratamess, N., Kang, J., Friedman, P. & Ross, R. (2014). Effectiveness of different post activation potentiation protocols with and without whole body vibration on jumping performance in college athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(1), 232-239.
- Okuno, N. M., Tricoli, V., Silva, S. B., Bertuzzi, R., Moreira, A. & Kiss, M. A. (2013). Post activation potentiation on repeated-sprint ability in elite handball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(3), 662-668.
- Ojala, T. & Häkkinen, K. (2013). Effects of the tennis tournament on players' physical performance, hormonal responses, muscle damage and recovery. *Journal of sports science & medicine*, 12(2), 240.
- Padrón, R. (2008). El mecanismo molecular de la regulación de la contracción muscular. *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica*, 27(1).
- Persechini, A., Stull, J. & Cooke, R. (1985). The effect of myosin phosphorylation on the contractile properties of skinned rabbit skeletal muscle fibers. *The Journal of Biological Chemistry*, 260(13), 7951-7954.
- Platonov, V. (2001). *Teoría general del entrenamiento deportivo olímpico* Editorial Paidotribo. Barcelona, España, 63 - 71
- Rassier, D., Tubman, L. & MacIntosh, B. (1999). Staircase in mammalian muscle without light chain phosphorylation. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 32(1), 121-130.
- Rassier, D., Herzog, W. (2001). The effects of training on fatigue and twitch potentiation in human skeletal muscle. *European Journal of Sport Science*, 1(3), 1-8.
- Read, P., Miller, S. & Turner, A. (2013). The effects of post activation potentiation on golf club head speed. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(6), 1579-1582.

- Requena, B., Zabala, M., Ribas, J., Ereline, J., Pääsuke, M., & González-badillo, J. J. (2005). Effect of post-tetanic potentiation of pectoralis and triceps brachii muscles on bench press performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 19(3), 622-627.
- Robbins, D. (2005). Post activation potentiation and its practical applicability: A brief review. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 19(2), 453-458.
- Rønnestad, B. R., Slettaløkken, G., & Ellefsen, S. (2016). Adding whole body vibration to preconditioning exercise increases subsequent on-ice sprint performance in ice-hockey players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(4), 1021-1026.
- Sale, D. (2002). Post activation potentiation: Role in human performance. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 30(3), 138-143.
- Sale, D. (2004). Post activation potentiation: Role in performance. *British Journal of Sports Medicine*, 38(4), 386-387.
- Sanchez-Medina, L., Perez, C. E. & Gonzalez-Badillo, J. J. (2010). Importance of the propulsive phase in strength assessment. *International journal of sports medicine*, 31(02), 123-129.
- Santos-García, D., Aceña Rubio, R. M., Díaz Ureña, G., González Ravé, J. M. & Navarro Valdivielso, F. (2007). Efecto sobre la mejora y retención de la fuerza de un programa de entrenamiento de fuerza con cargas concentradas en sujetos no entrenados. *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 3(7).
- Scott, D., Ditroilo, M., & Marshall, P. (2017). Complex training: the effect of exercise selection and training status on postactivation potentiation in rugby league players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(10), 2694-2703.
- Seitz, L., de Villarreal, E. & Haff, G. (2014). The temporal profile of post activation potentiation is related to strength level. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(3), 706-715.

- Sweeney, H., Bowman, B. & Stull, J. (1993). Myosin light chain phosphorylation in vertebrate striated muscle: Regulation and function. *The American Journal of Physiology*, 264(5 Pt 1), C1085-95.
- Talpey, S., Young, W. & Saunders, N. (2014). The acute effects of conventional, complex, and contrast protocols on lower-body power. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(2), 361-366.
- Taylor, J. L. & Gandevia, S. C. (2008). A comparison of central aspects of fatigue in submaximal and maximal voluntary contractions. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, 104(2), 542-550.
- Thibaudeau, C. y Schwartz, T. (2007). *El libro negro de los secretos de entrenamiento*. Editorial F. Lepine. 45 – 61.
- Tillin, M. & Bishop, D. (2009). Factors modulating post-activation potentiation and its effect on performance of subsequent explosive activities. *Sports Medicine*, 39(2), 147-166.
- Tsolakis, C., Bogdanis, G. C., Nikolaou, A. & Zacharogiannis, E. (2011). Influence of type of muscle contraction and gender on post activation potentiation of upper and lower limb explosive performance in elite fencers. *Journal of sports science & medicine*, 10(3), 577.
- Turner, A., Bellhouse, S., Kilduff, L. & Russell, M. (2015). Post activation potentiation of sprint acceleration performance using plyometric exercise. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(2), 343-350.
- Turgut, E, Cinar-Medeni, O, Colakoglu, F. & Baltaci, G. (2017). " Ballistic Six" Upper-Extremity Plyometric Training for the Pediatric Volleyball Players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*.
- Verkhoshansky, Y. (2001). *Teoría y metodología del entrenamiento deportivo* (Vol. 24). Editorial Paidotribo, Barcelona, España, 145 – 237.
- Verkhoshansky, Y. & Siff, M. C. (2009). *Supertraining*. Verkhoshansky SSTM, 207 – 248.
- West, D., Cunningham, D., Finn, C., Scott, P., Crewther, B., Cook, C. & Kilduff, L. (2014). The metabolic, hormonal, biochemical, and neuromuscular

function responses to a backward sled drag training session. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(1), 265-272.

- Wyland, T., Van Dorin, J. & Reyes, G. (2015). Post activation potentiation effects from accommodating resistance combined with heavy back squats on short sprint performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(11), 3115-3123.
- Zatsiorsky, V. M. (1966). *Les qualités physiques du sportif:(bases de la théorie et de la méthodique de l'éducation)*. Ed. Culture Physique et Sport. Traduction Insep, Moscou, Russia.

ANEXOS

DATOS DEPORTISTAS

Nombre	Apellido Paterno	Apellido Materno	RUT	Fecha Nacimiento
Fernanda	Cabrera	Carrasco	20.185.429-6	01-10-1999
Génesis	Cárcamo	Frez	18.997.681-K	21-05-1995
Constanza	Fernández	Fuentes	18.618.840-3	01-03-1996
Marla	Iribarra	Damian	19.327.314-9	06-11-1996
Bárbara	Merino	Breit-Fronzig	20.183.654-9	08-07-1999
Margarita	Pavheco	Araya	19.618.643-3	17-12-1997
Paula	Pérez	Aguayo	19.490.154-2	14-03-1997
Javiera	Pérez	Marholz	19.152.051-3	31-10-1995
Bárbara	Vega	Constenla	18.553.808-7	08-01-1994
María	Yáñez	Cisternas	18.659.970-5	29-08-1994

NOMBRE APELLIDO AÑOS PESO TALLA IMC %GRASO (TANITA) %GRASO (4 PLIEGUES) RM

Margarita	Pacheco	19,1	51,3	165,5	18,7	16,1	19,5	78,3
María José	Yáñez	22,5	43,0	152	18,6	22,1	18,8	79,6
Paula	Pérez	19,9	53,5	163,8	19,9	15,4	18,8	82,5
Bárbara	Merino	17,7	60,0	170	20,8	28,1	23,4	92,7
Constanza	Fernández	20,1	58,3	166	21,2	21,3	23,4	90,7

Javiera	Pérez	21,3	56,9	164	21,2	20,4	19,5	93,0
Génesis	Cárcamo	21,8	48,3	152	20,9	17,7	19,5	101,5
Bárbara	Vega	23,1	63,8	163	24	21,2	23,4	112,0
Fernanda	Cabrera	17,4	60,9	167,5	21,7	26	26,5	117,4
Marla	Iribarra	20,3	63,7	160,5	24,7	26,8	27,8	115,9

Media	20,3	56,0	162,4	21,2	21,5	22,1	96,4
DS	1,9	6,9	6,1	2,0	4,4	3,3	14,7

DATOS DE VARIACIONES INDIVIDUALES

sujetos	Serie control			Serie exp. 1			Serie exp. 2			Serie exp. 3			Serie exp. 4		
Sujetos /variaciones	T pro	[LA]	V pro	T pro	[LA]	V pro	T pro	[LA]	V pro	T pro	[LA]	V pro	T pro	[LA]	V pro
1	4,82	1,2	0,72	4,54	8,9	0,73	4,54	10,9	0,78	4,56	10,2	0,78	4,72	9,2	0,85
2	4,45	1,5	0,67	4,50	5,2	0,72	4,95	6,5	0,75	4,96	7,9	0,61	4,58	8,6	0,66
3	4,38	1,6	0,69	4,79	5,9	0,79	4,63	8,2	0,68	4,61	10,6	0,68	4,74	11,0	0,82
4	4,30	2,0	0,70	4,98	4,0	0,54	4,82	5,1	0,59	4,98	5,3	0,64	4,83	6,0	0,66
5	4,63	1,7	0,72	4,49	7,7	0,62	4,59	10,8	0,64	4,56	12,8	0,69	4,75	12,2	0,69
6	4,84	1,5	0,69	4,16	5,1	0,70	4,15	8,9	0,67	4,33	10,5	0,66	4,19	8,2	0,69
7	5	1,5	0,67	4,53	5,2	0,74	4,64	8,2	0,63	4,43	9,8	0,69	4,40	6,1	0,64
8	4,36	1,1	0,64	4,34	5,1	0,66	4,37	8,5	0,64	4,33	11,7	0,66	4,53	8,9	0,67
9	4,72	1,5	0,67	4,66	4,5	0,68	4,67	5,7	0,63	4,48	7,1	0,67	4,65	5,9	0,58
10	4,53	1,6	0,66	4,77	6,3	0,70	4,74	8,6	0,68	4,73	7,9	0,65	4,47	8,0	0,61

INFORME VARIACIONES SPSS

Informe

serie control		tiempo en 30 metros	LACTATO	Velocidad de la barra
serie control	Media	4,6091	1,5200	,6887
	N	10	10	10
	Desv. Desviación	,23638	,24855	,02715
serie experimental 1	Media	4,5799	5,7900	,6920
	N	10	10	10
	Desv. Desviación	,23489	1,49477	,07005
serie experimental 2	Media	4,6158	8,1400	,6750
	N	10	10	10
	Desv. Desviación	,22481	1,92942	,05720
serie experimental 3	Media	4,6033	9,3800	,6778
	N	10	10	10
	Desv. Desviación	,23120	2,28269	,04305
serie experimental 4	Media	4,5924	8,4100	,6926
	N	10	10	10
	Desv. Desviación	,19446	2,09839	,08622
Total	Media	4,6001	6,6480	,6852
	N	50	50	50
	Desv. Desviación	,21589	3,31652	,05830

PRUEBAS NORMALIDAD

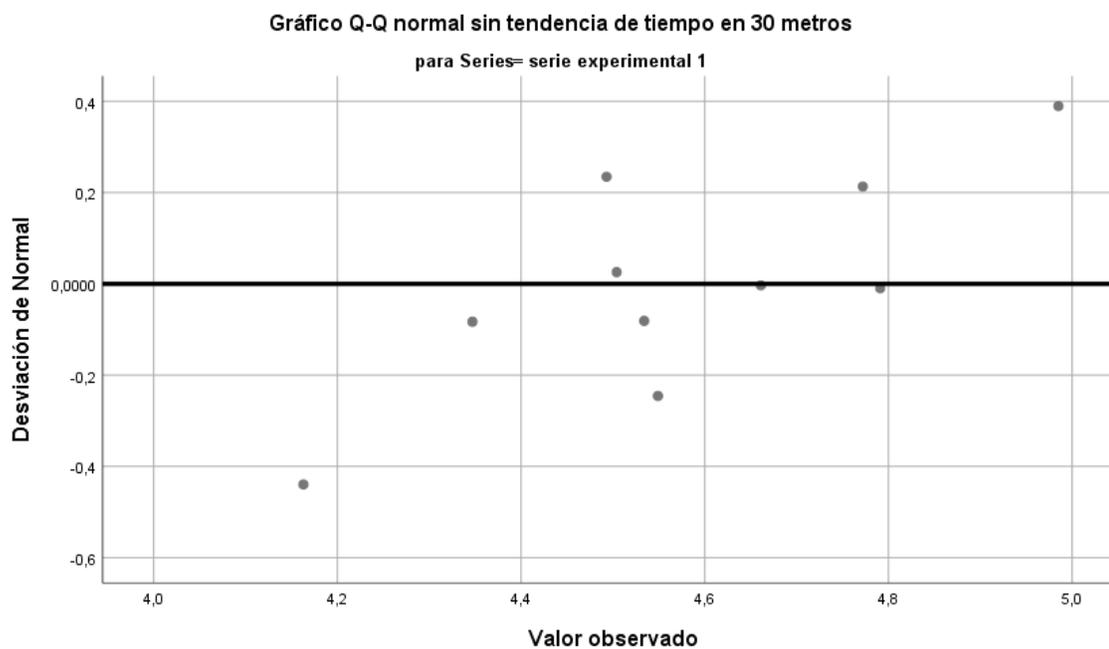
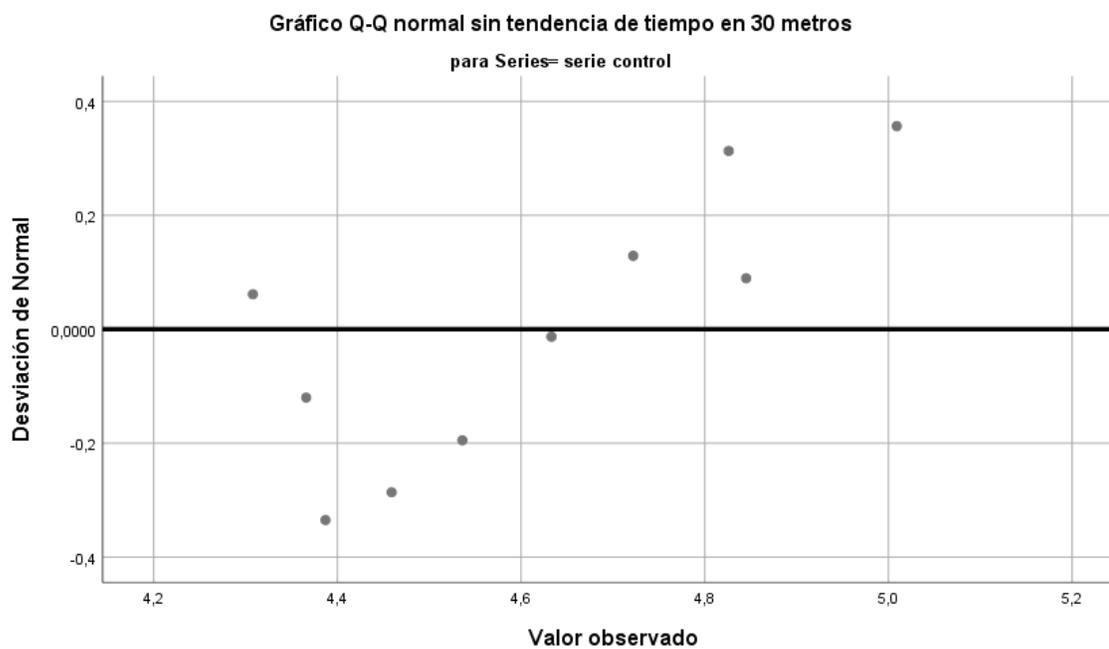
Pruebas de normalidad

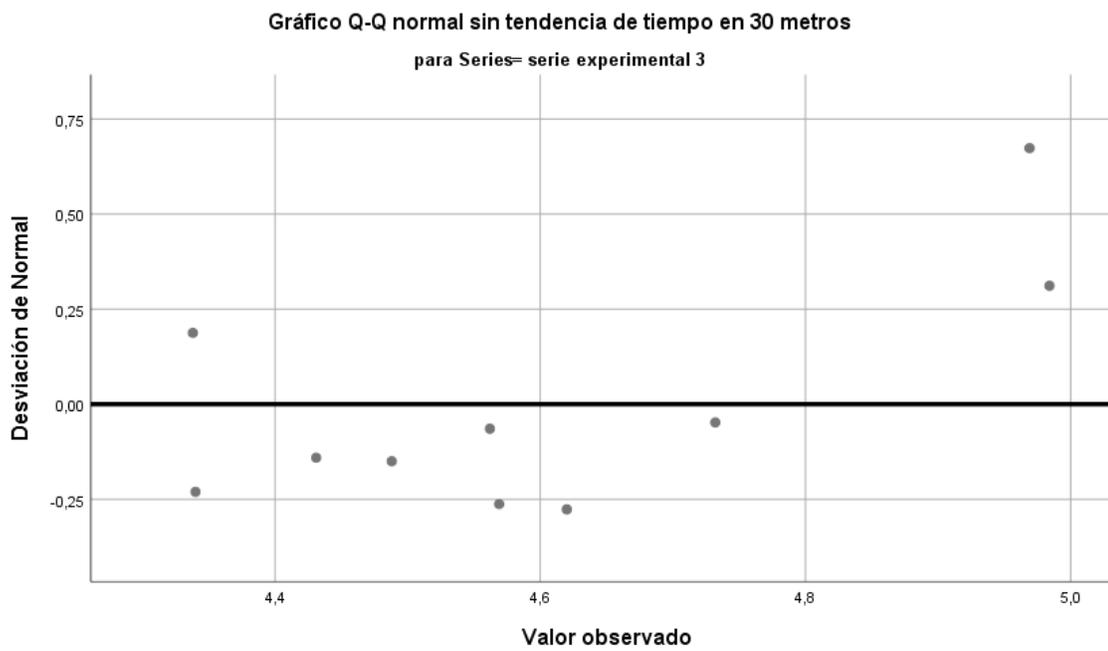
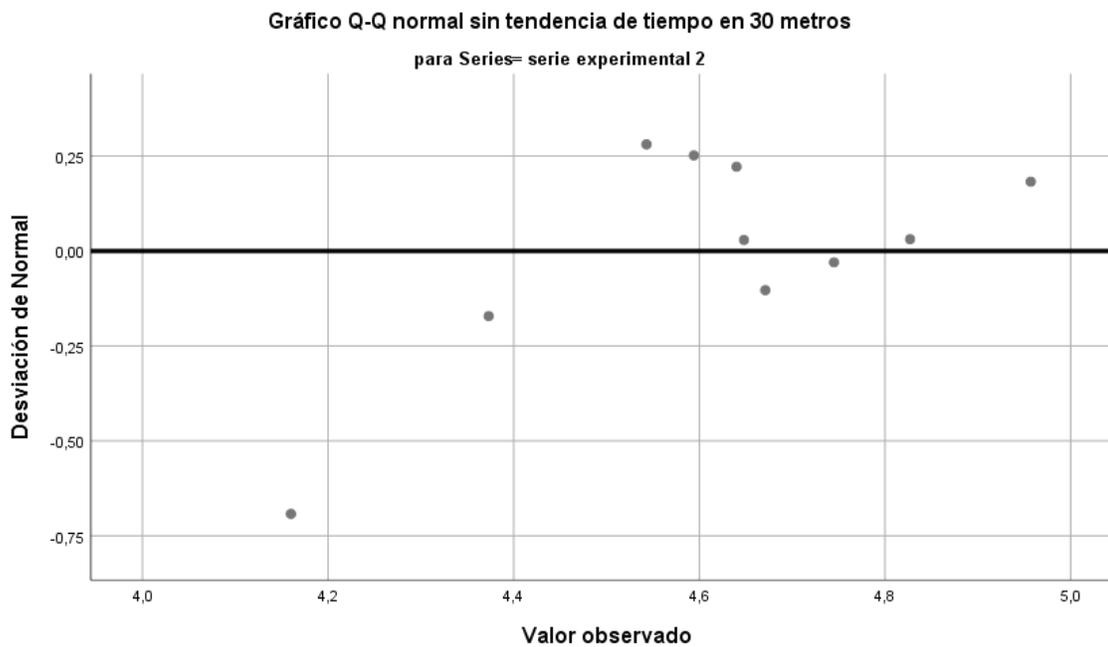
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
serie control		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
tiempo en 30 metros	serie control	,137	10	,200*	,947	10	,631
	serie experimental 1	,156	10	,200*	,979	10	,961
	serie experimental 2	,173	10	,200*	,957	10	,748
	serie experimental 3	,171	10	,200*	,901	10	,227
	serie experimental 4	,156	10	,200*	,936	10	,513

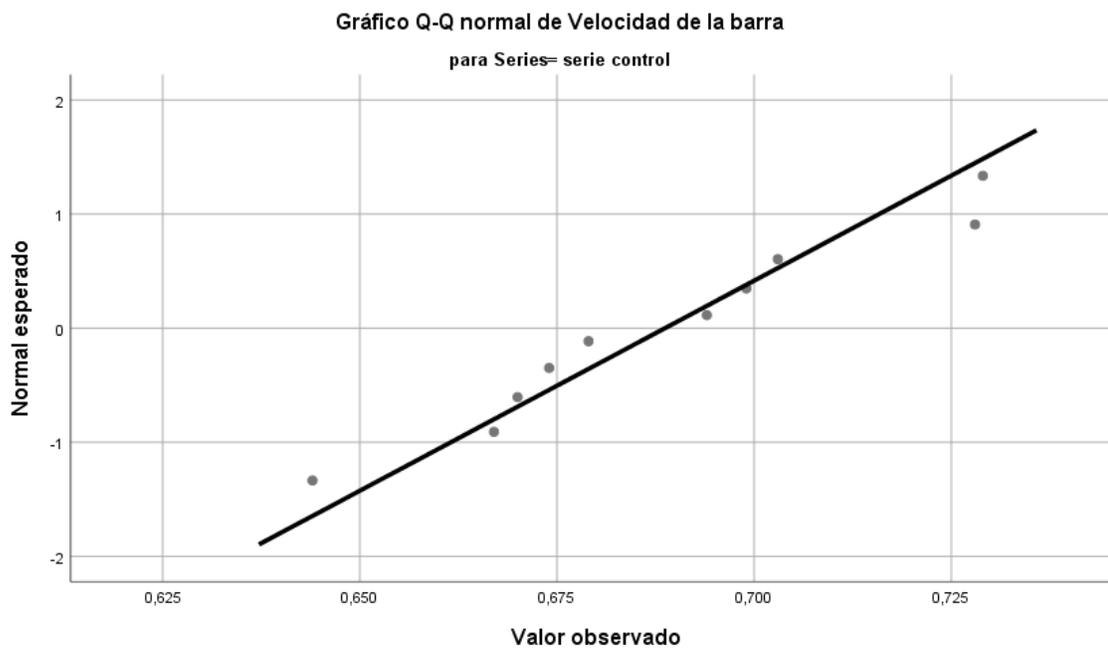
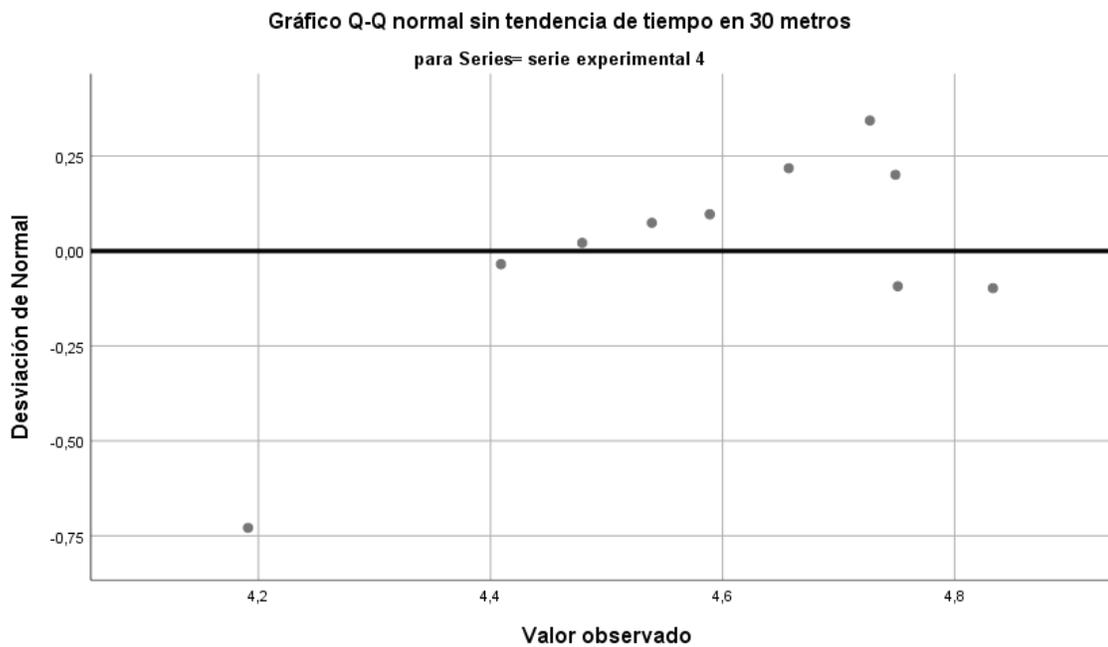
*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

GRÁFICOS DE NORMALIDAD







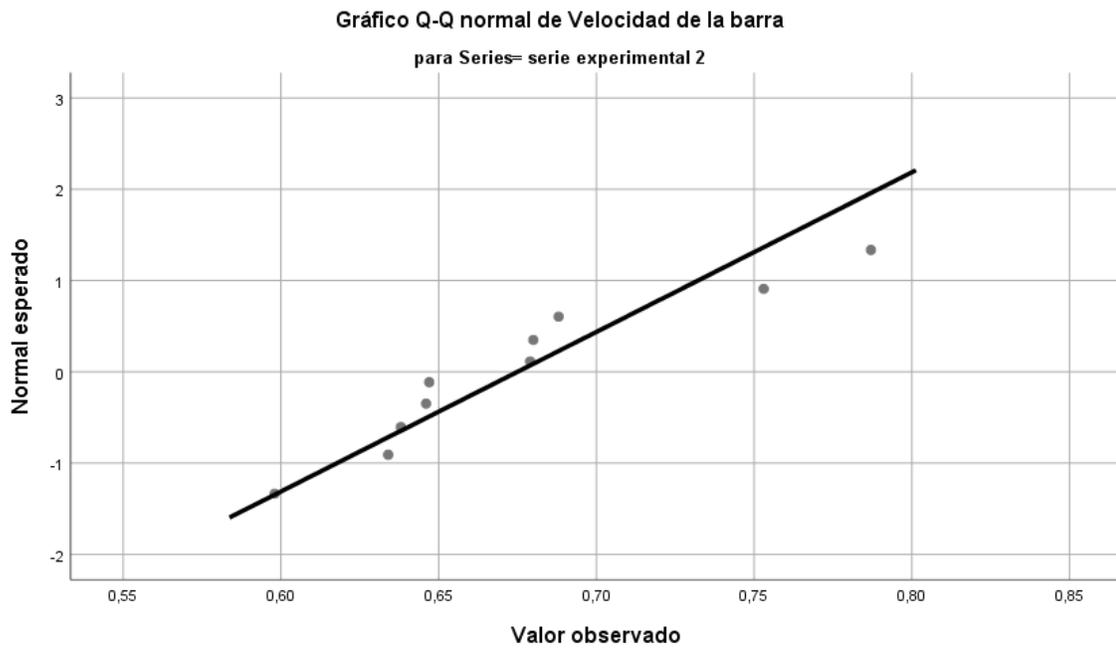
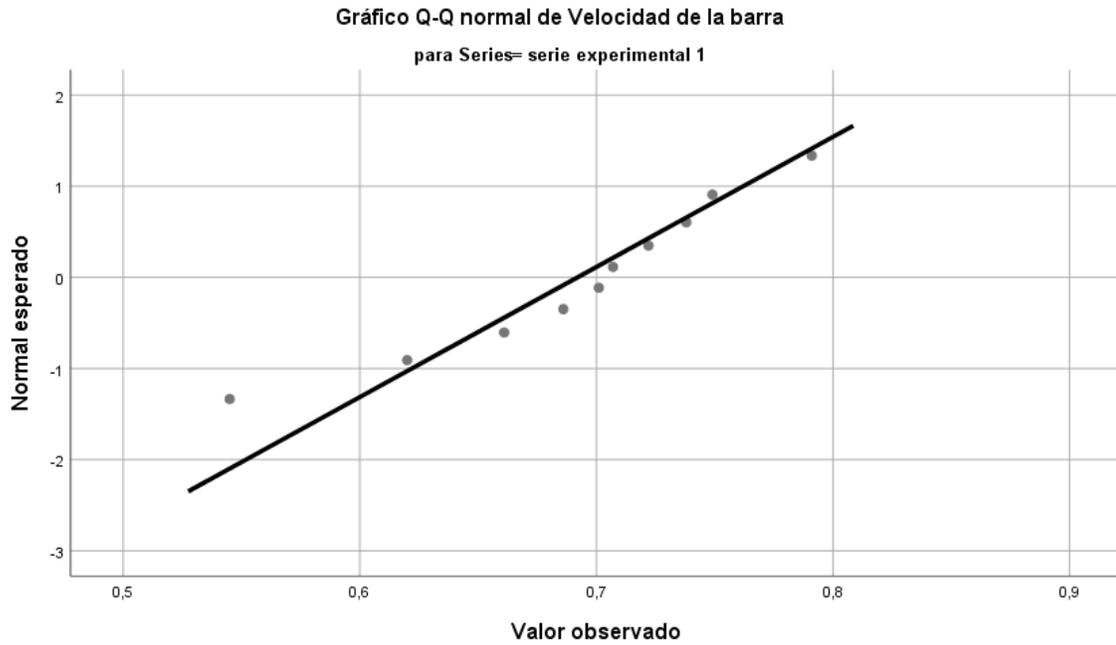


Gráfico Q-Q normal de Velocidad de la barra
para Series= serie experimental 3

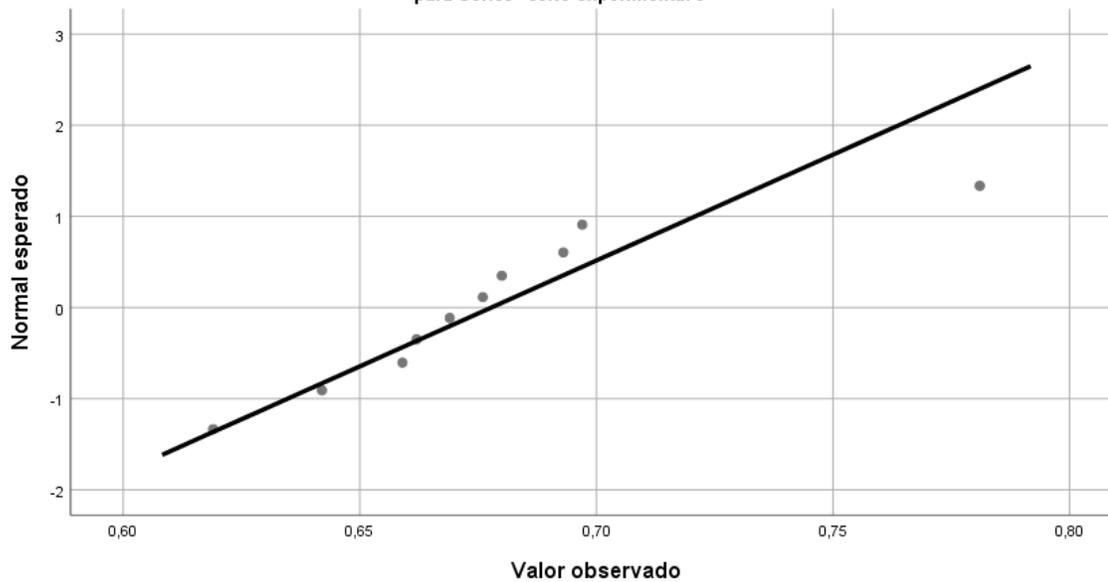
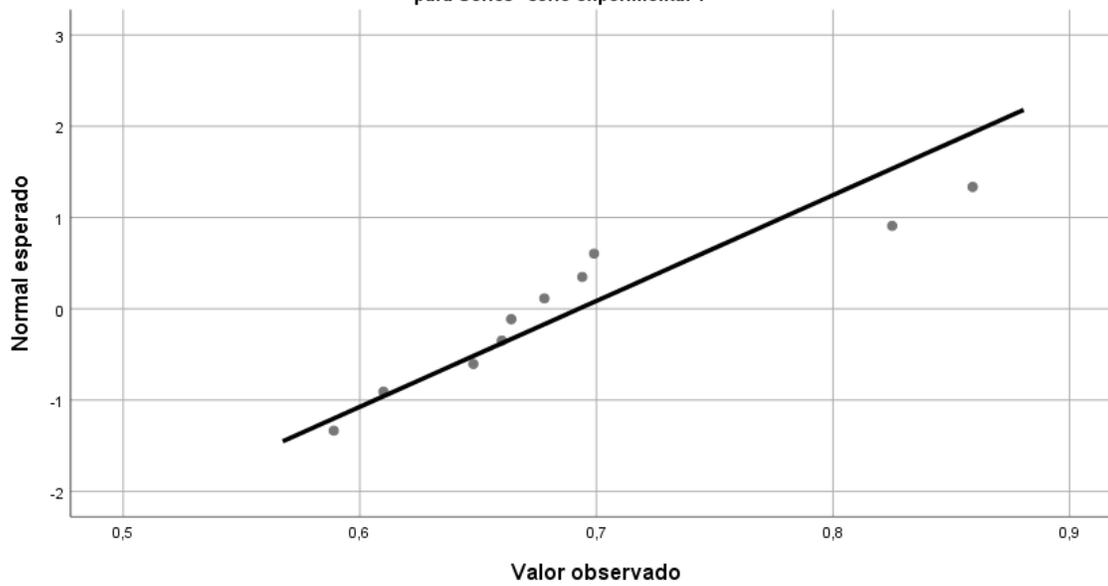
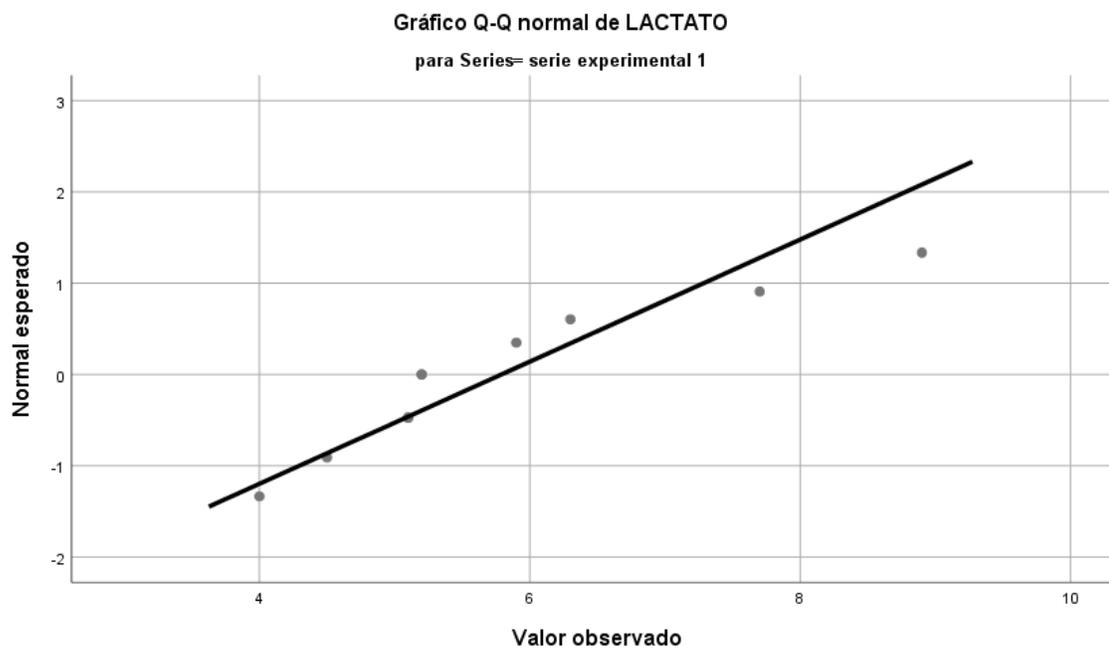
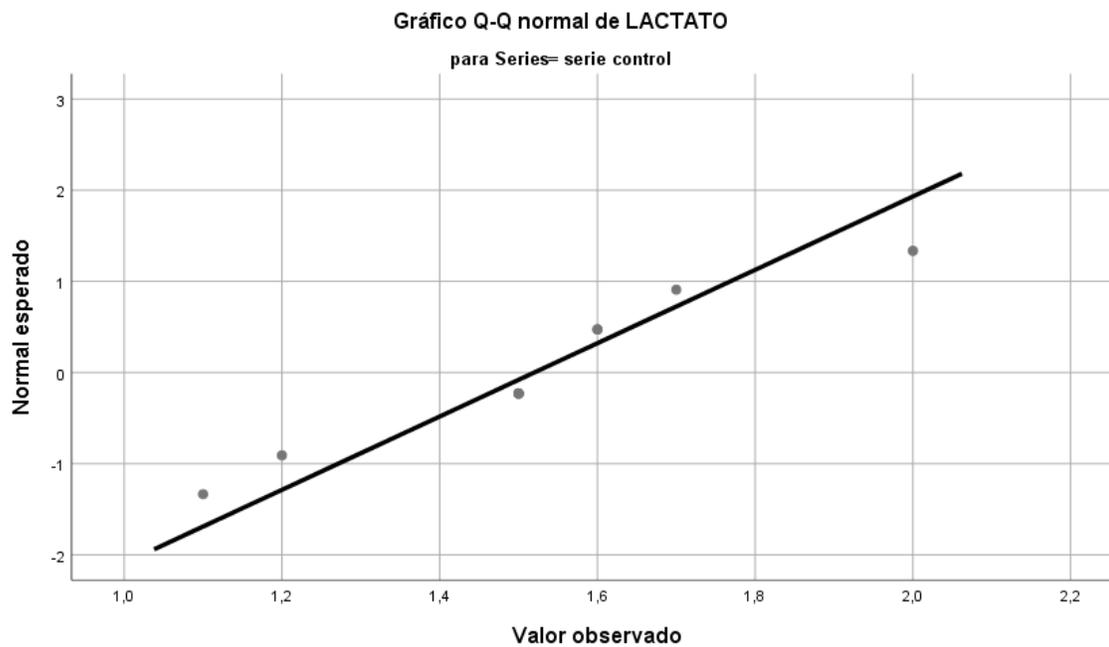
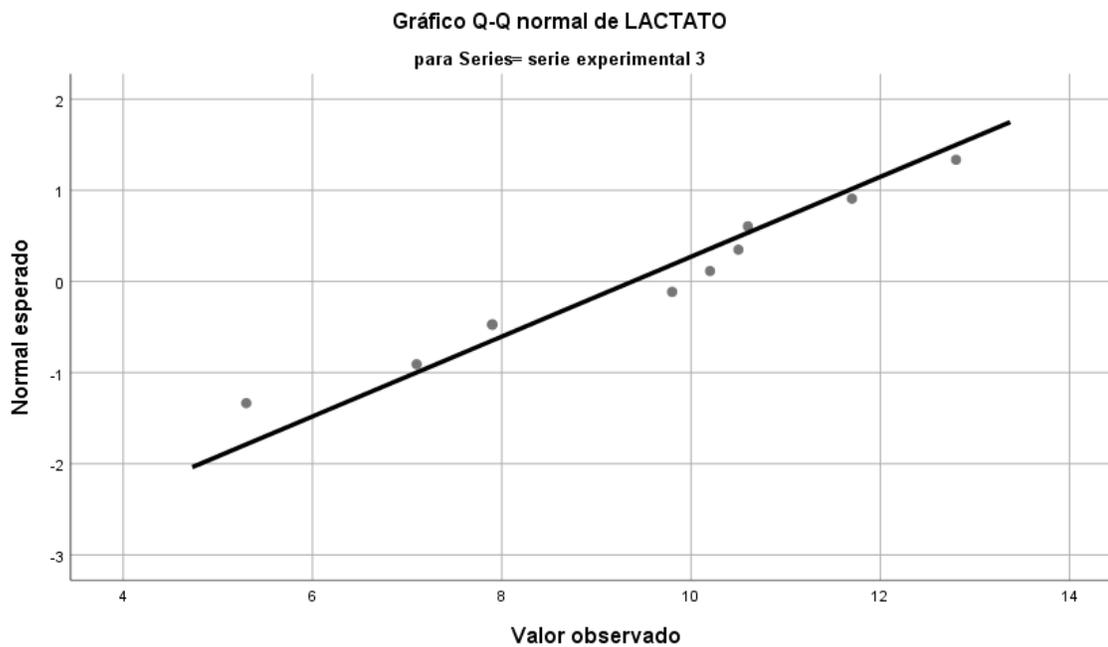
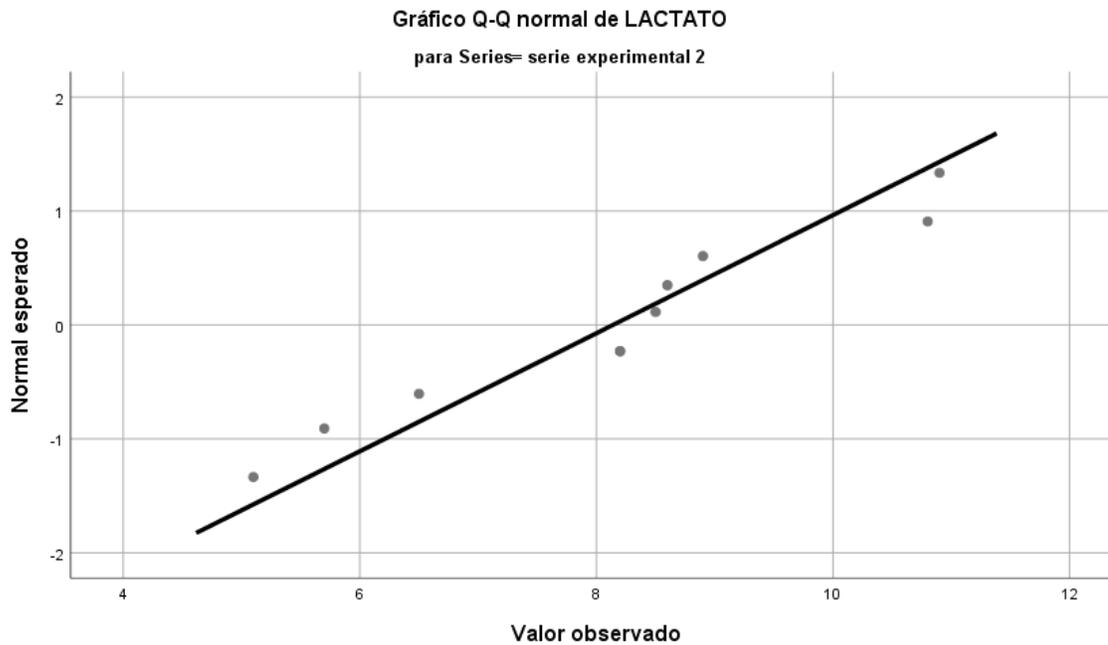


Gráfico Q-Q normal de Velocidad de la barra
para Series= serie experimental 4







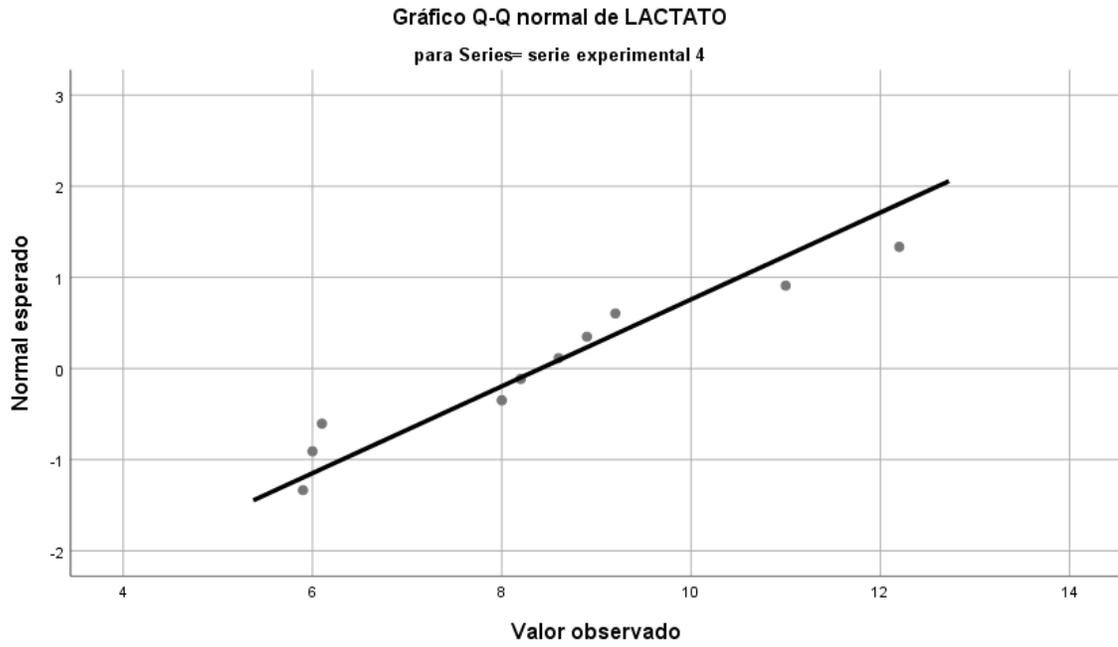


GRÁFICO DE VELAS JAPONESAS DE CONCENTRACIONES DE LACTATO.

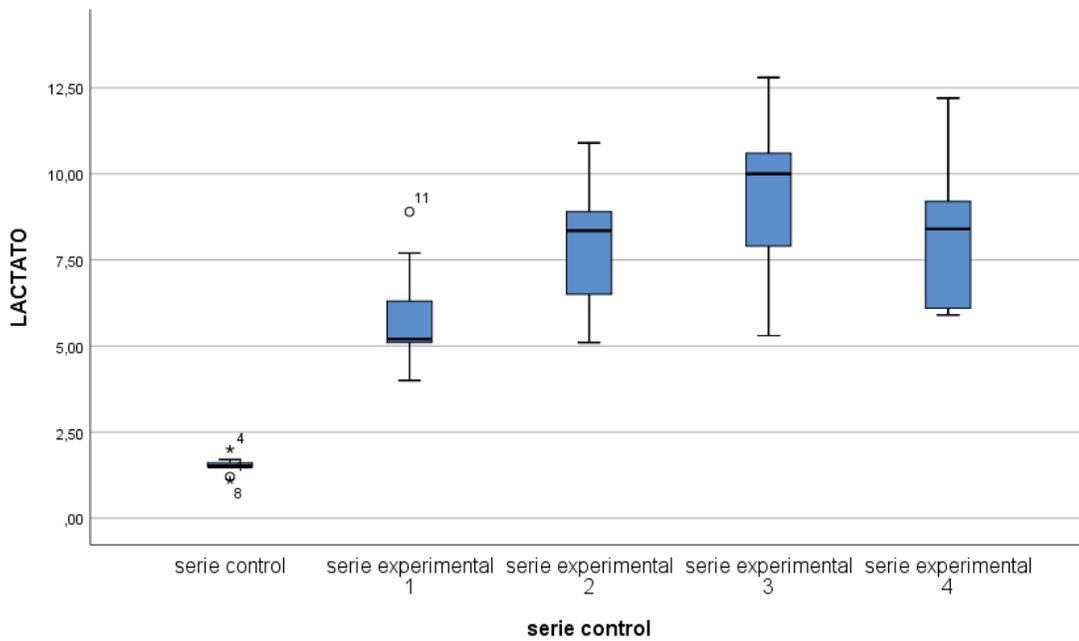


GRÁFICO DE VELAS JAPONESAS VELOCIDAD DE LA BARRA EN SENTADILLA.

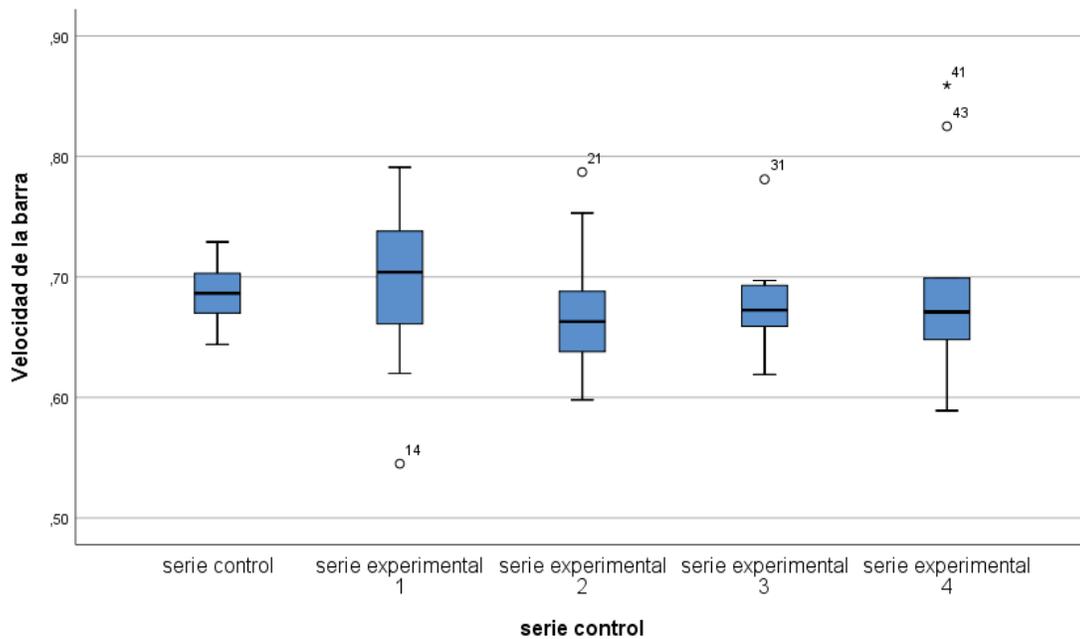
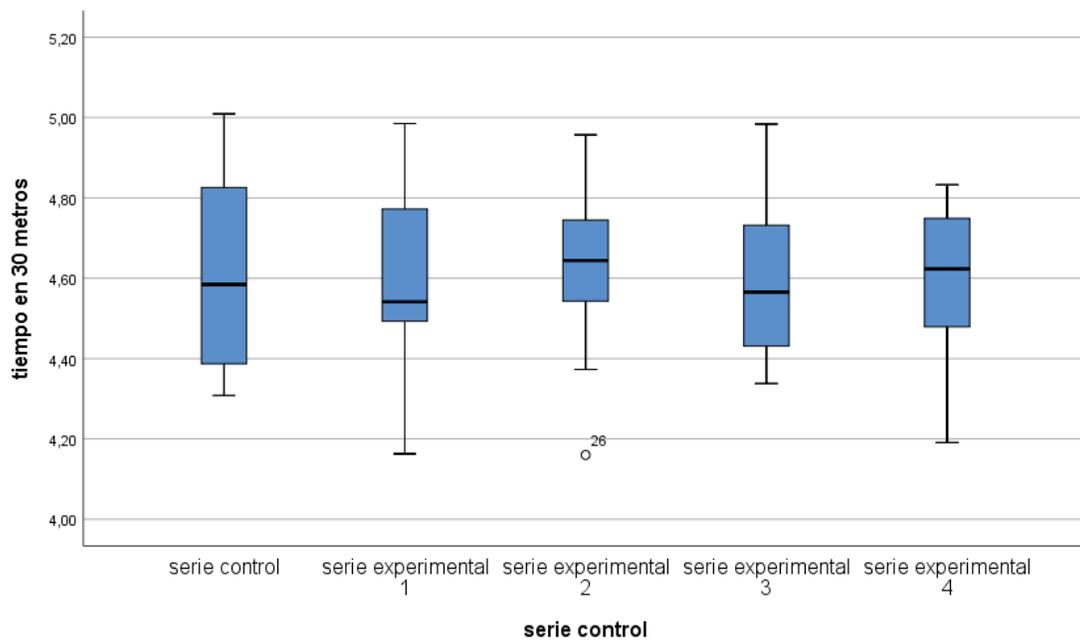


GRÁFICO DE VELAS JAPONESAS DE TIEMPO PROMEDIO EN 30 METROS.



PLANILLA RECOLECCION DATOS ANEMÓMETRO

PLANILLA DE RECOLECCIÓN DE DATOS (ANEMÓMETRO)

FECHA: 13-feb
 LUGAR: VALPARAÍSO HORA: T°: H:
 TIPO DE RVIS: SERIE CONTROL

N° Sujeto	GRUPO			Vv Ser N°1	Vv Ser N°2	Vv Ser N°3
001	001	Bárbara	Merino			
002	001	Bárbara	Vega			
003	001	Constanza	Fernández			
004	001	Fernanda	Cabrera			
005	001	Génesis	Cárcamo			
006	002	Javiera	Pérez			
007	002	Margarita	Pacheco			
008	002	María	Yáñez			
009	002	Marla	Iribarra			
010	002	Paula	Pérez			