

# Congreso de Fuerza - Journal

<https://www.congresodefuerza.com/>

## CORRELACIÓN ENTRE 1 RM EN SENTADILLA PESO LIBRE Y EN MÁQUINAS: HACK SQUAT Y POWER SQUAT



Mg. Johan Becerra-Quintero

Entrenador de atletismo Universidad de ciencias aplicadas y ambientales U.D.C.A.  
Specialist Coach adidas Runners Bogotá

[johanandreybecerraquintero@gmail.com](mailto:johanandreybecerraquintero@gmail.com)

Mg. Rafael Avella-Chaparro

Docente investigador maestría fisioterapia Universidad Nacional de Colombia

Director centro de entrenamiento deportivo Braveness

[rafavella55@hotmail.com](mailto:rafavella55@hotmail.com)

### RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue establecer la relación entre 1 RM en sentadilla libre (SL) y 1 RM en las máquinas Hack Squat (HS) y Power Squat (PS), para la determinación de ecuaciones de regresión que permitan conocer las intensidades de entrenamiento de la fuerza al cambiar de peso libre a máquina. Este estudio fue correlacional de corte transversal, la muestra estuvo conformada por 27 estudiantes del programa de ciencias del deporte de género masculino experimentados en el entrenamiento de fuerza. En todos ellos se evaluó una repetición máxima (1 RM) en SL, en HS y en PS. Se evidencia que 1 RM en HS y PS fue mayor que en SL. Se proponen tres ecuaciones de regresión lineal directa que permiten determinar la carga de entrenamiento equivalente para la HS y

PS a partir de la evaluación de 1 RM en SL, así como una ecuación para programar la carga de PS con referencia al 1 RM en HS.

**Palabras claves:** Fuerza muscular, repetición máxima, planificación del entrenamiento, evaluación, ecuaciones de regresión.

## INTRODUCCIÓN

El concepto de fuerza se puede definir desde diferentes perspectivas y dependiendo de sus manifestaciones, desde el punto de vista mecánico, es considerada como “la capacidad que tiene el músculo para deformar un cuerpo, modificarlo, acelerarlo, iniciar o detener su movimiento, así como de aumentar y reducir su velocidad” (González-Badillo & Ribas, 2002). Así mismo, desde la fisiología “la fuerza es una acción muscular iniciada y regulada por procesos eléctricos en el sistema nervioso” (Verkhoshansky, 1999). En el entrenamiento deportivo, diversos autores la consideran como “la capacidad de controlar una resistencia externa mediante la activación y contracción muscular, esta puede ser expresada de diferentes maneras dependiendo del movimiento y la acción que se ejecute” (Gundlach 1968; Bompa 1983; Elherz, y cols. 1990; Manno 1992; Harman 1993; Gonzales & Gorrostiaga, 1995; Gosser 1998; Ortiz 1999; Bosco 2000; Heyward 2006; Vargas 2007).

Existen diferentes manifestaciones de esta capacidad condicional, aplicándose cada una en mayor o menor medida dependiendo de la modalidad deportiva. Entre ellas, la fuerza máxima considerada como el peso más elevado que el sistema neuromuscular puede superar en una contracción, convirtiéndose este resultado en una de las bases fundamentales para la planificación de las cargas (Manno, 1999; Bompa 2004; Vasconcelos, 2005; Diéguez 2007; Vargas 2007; Rodríguez, 2008). La fuerza máxima debe ser evaluada para una correcta planificación y control de los procesos en el entrenamiento deportivo o la actividad física (Brown, 2008). Su evaluación se efectúa mediante la aplicación de pruebas estandarizadas, entre las que se encuentran los test isométricos y los test de fuerza dinámica máxima (González, Abella y Navarro, 2014). Una de las pruebas más utilizadas por los entrenadores de fuerza y acondicionamiento es la medición o estimación de una repetición máxima (1 RM). La medición de 1 RM requiere una evaluación directa que debería utilizarse únicamente en deportistas avanzados y con una base técnica adecuada para realizar el ejercicio (Haff y Haff, 2014); además, no es fácil de aplicar y requiere mucho tiempo y esfuerzo por parte del sujeto. Dado que en el entrenamiento se suelen combinar ejercicios con peso libre y con máquinas, gozando ambos de ventajas y desventajas (Ratames, 2015), al menos para los principales ejercicios troncales parece necesario medir la 1 RM (sentadilla, prensa, Smith, Hack Squat, Power Squat). Puesto que la valoración de la 1 RM en todos estos ejercicios es poco práctica, y dado que la fuerza máxima desarrollada en cada uno de ellos es diferente, sería interesante estimar la 1 RM en cada uno de estos ejercicios a raíz de la sentadilla. Por tanto, el objetivo de este estudio fue valorar la repetición máxima en sentadilla libre, Hack Squat y Power Squat, a fin de crear ecuaciones de regresión que permitan estimar el rendimiento en HS y PS a raíz de la sentadilla libre. Se ha tomado como ejercicio principal para hacer la estimación la sentadilla, pues se considera, junto con los levantamientos olímpicos y los movimientos pliométricos, el ejercicio más importante a incluir en el entrenamiento de deportistas profesionales (Hartshorn y cols., 2016).

## METODOLOGÍA

## Sujetos

Participaron voluntariamente 27 estudiantes del programa de ciencias del deporte de género masculino (edad:  $21,6 \pm 2,4$  años; altura:  $1,72 \pm 0,06$  m; peso:  $70,4 \pm 9,9$  Kg), pertenecientes a los diferentes equipos deportivos que entrenan en el gimnasio de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A. Bogotá. Todos ellos con una experiencia mayor a un año entrenado la fuerza, A cada uno de los participantes se le explicaron las pruebas y las posibles sensaciones incómodas que éstas pudieran generar. Posteriormente, cada uno diligenció y firmó un consentimiento informado. Este estudio fue diseñado teniendo en cuenta las reglas de investigación en seres humanos o con muestras de origen humano según la resolución No 8430 de 1993, resolución No. 01 de 2008 del ministerio de salud Colombiano.

## Procedimientos

Se llevaron a cabo tres sesiones de evaluación con un descanso entre ellas de 48 a 72 horas (Simpson y cols., 1997). En la primera sesión cada participante diligenció el consentimiento informado, además de indicar su edad, luego se realizaron las evaluaciones antropométricas de talla y peso; por último, se evaluó 1 RM en SL. En la segunda sesión, se evaluó 1 RM en HS. En la tercera sesión, se evaluó 1 RM en PS.

Al comienzo de cada sesión, los participantes realizaron un calentamiento general consistente en ejercicios de movilidad articular y cinco minutos de bicicleta estática. Posteriormente, para la evaluación de 1 RM se utilizó el protocolo de Baeche, Earle y Wathen (2008), donde cada participante realizó un calentamiento específico de con una carga que permitía realizar de 5-10 repeticiones y descanso de 1 minuto. A continuación, realizaron de 3-5 repeticiones, aumentando un 10-20% respecto al paso anterior, con 2 minutos de descanso. El tercer paso consistió en realizar 2-3 repeticiones aumentando un 10-20% respecto al paso anterior, con 2 minutos de descanso. El cuarto paso consistió en un intento de 1 RM, aumentado un 10-20% respecto al paso anterior, con 2-4 minutos de descanso. Si la ejecución del intento fracasaba, se reducía la carga retirando un 5-10%, y entonces se realizaba otro intento. Se debía conseguir 1 RM en cinco intentos como máximo, lo cual sucedió en todos los casos para todos los sujetos.

A continuación, se indica el material utilizado para cada uno de los ejercicios evaluados:

**Sentadilla Libre:** Se utilizó un soporte para sentadilla (Biggym, Manizales, Colombia), con unas dimensiones 117 cm de largo, 114 cm de ancho y 178 cm alto; barra cromada de 213 cm con un peso 15 kilos; discos olímpicos de 25, 10 y 5 libras y seguro para barra (figura 1).



*Figura 1. Material utilizado para la valoración de la 1 RM en sentadilla.*

Hack Squat: Se realizó en maquina (Biggym, Manizales, Colombia), con unas dimensiones estándar (carro) 250 cm largo x 150 cm de ancho x 134 cm de alto y un peso de 12 kilos para la ejecución del ejercicio sin peso (figura 2).



*Figura 2. Material utilizado para la valoración de la 1 RM en Hack Squat: (1) soportes laterales donde se ubica el peso; (2) respaldo donde se apoya la espalda; (3) rieles por donde se moviliza la maquina (4) Soportes donde se apoyan los hombros*

Power Squat: Se realizó en máquina (Biggym, Manizales, Colombia), cuyas dimensiones eran 211 cm largo x 143 cm de ancho x 160 cm alto y un peso de 43,5 kilos (figura 3).



Figura 3. Material utilizado para la valoración de la 1 RM en Power Squat: (1) soportes laterales donde se ubica el peso; (2) seguro; (3) soportes donde se ubican los hombros para mover la carga; (4) palanca de movimiento; (5) Plataforma donde se ubican los pies

### Análisis estadístico

Los datos fueron registrados en una hoja de cálculo utilizando el programa Microsoft Excel® 2013. El análisis de normalidad y de regresión lineal se realizó mediante el programa estadístico SPSS para Windows. La normalidad se comprobó con la prueba de Shapiro-Wilk. Se trabajó con un nivel de significación estadística de 0,05 y los resultados se muestran como media  $\pm$  desviación estándar.

### RESULTADOS

Se observó normalidad para la distribución de la fuerza en SL ( $p=0,593$ ), en HS ( $p=0,112$ ) y en PS ( $p=0,167$ ). Los resultados de la evaluación de 1 RM para cada uno de los ejercicios se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Valores de 1 RM para cada uno de los ejercicios analizados ( $n=27$ )

Ejercicio	1 RM (kg)
Sentadilla Libre	113,6 $\pm$ 18,3
Hack Squat	154,2 $\pm$ 27,5
Power Squat	274,3 $\pm$ 39,6

La tabla 2 muestra la correlación existente entre la 1 RM de cada uno de los ejercicios.



Tabla 2. Coeficiente de correlación de Pearson entre la 1 RM de Sentadilla Libre (SL), Hack Squat (HS) y Power Squat (PS) (n=27)

	HS	PS
SL	0,849 <i>p</i> < 0,001	0,879 <i>p</i> < 0,001
HS	-	0,853 <i>p</i> < 0,001

Las figuras 4, 5 y 6 muestran respectivamente los gráficos de dispersión entre SL y HS, entre SL y PS, y entre PS y SL. Se incluyen en cada uno de ellos la ecuación que permite estimar la variable incluida en el eje vertical en función de los valores de la variable incluida en el eje horizontal, así como el coeficiente de determinación para cada ecuación.

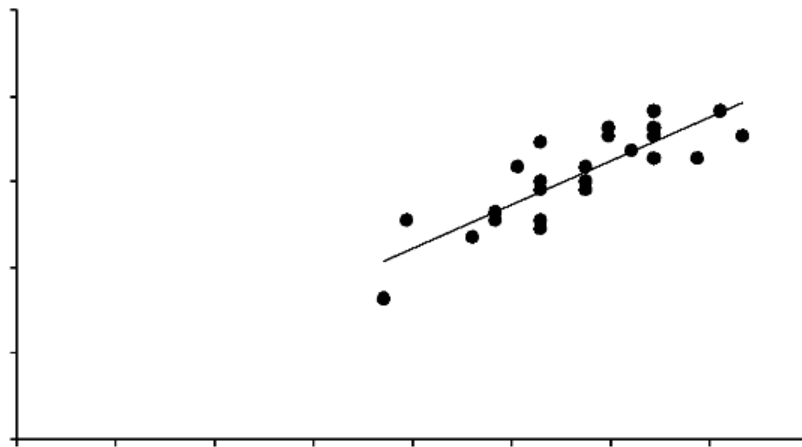


Figura 4. Gráfico de dispersión y ecuación que permite estimar la 1 RM en HS en función del valor conocido de 1 RM en SL.

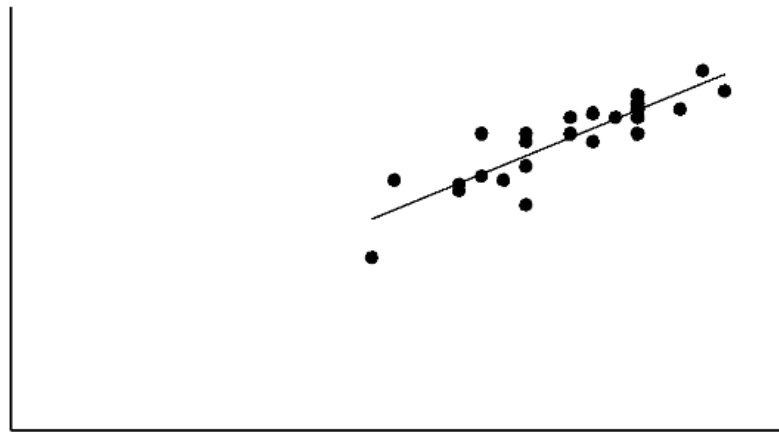


Figura 5. Gráfico de dispersión y ecuación que permite estimar la 1 RM en PS en función del valor conocido de 1 RM en SL.

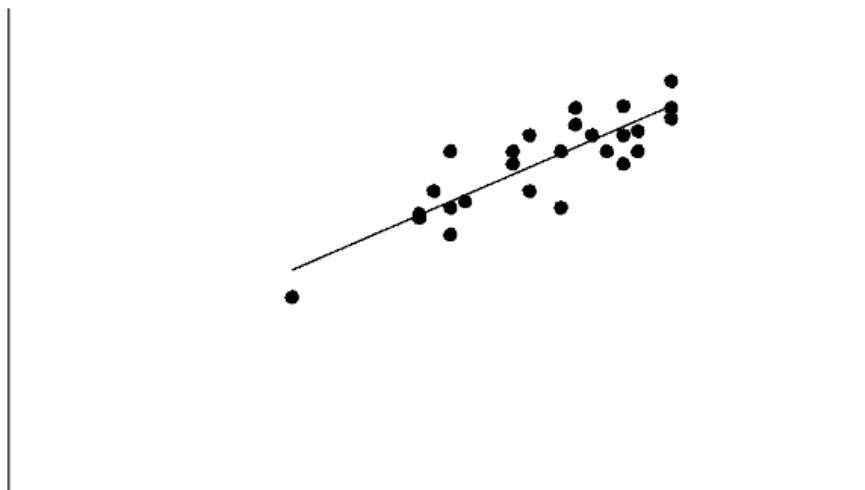


Figura 6. Gráfico de dispersión y ecuación que permite estimar la 1 RM en PS en función del valor conocido de 1 RM en HS.

## DISCUSIÓN

### 1 RM Sentadilla libre vs sentadilla Hack Squat

Los resultados de la comparación de los datos obtenidos de 1 RM entre SL y HS, arrojan una correlación positiva, de igual forma, se evidencia el aumento de carga movilizadora en la máquina en comparación al peso libre, por ende, se determina la ecuación de regresión. Este resultado concuerda con la investigación Simpson et al (1997), entre la sentadilla libre y la máquina universal, donde también fue posible la creación de ecuaciones de regresión a partir de los resultados obtenidos. Así mismo, el estudio realizado por Thoma (2006), coincide con esta investigación, ya que también evidencio

que el aumento de carga fue mayor en la maquina en comparación al peso libre, esto para ejercicios de tren superior.

### **1 RM Sentadilla libre vs sentadilla Power Squat**

Al analizar los resultados obtenidos entre SL y PS, se observa que 1 RM es mucho mayor en PS en comparación a 1 RM en SL, presentando una correlación positiva y como producto una ecuación de regresión. En el estudio realizado por Willardson et al (2004), entre la prensa a 45° y sentadilla libre, 1 RM fue mayor en la máquina en comparación a 1 RM en peso libre, lo cual indica una similitud con los resultados de esta investigación. Así mismo, Cotterman et al (2005), hicieron una comparación con peso libre en sentadilla y Press de banco plano utilizando un ejercicio de tren superior y uno de tren inferior en la maquina Smith, donde también como resultado se estimaron ecuaciones de regresión.

### **1 RM Hack Squat vs 1 RM Power Squat**

La comparación entre las maquinas HS y PS da como resultado una correlación positiva, siendo esta muy alta, es notorio que la carga movilizada en PS es mayor a la de HS, por ende, fue posible construir una ecuación de regresión. La HS posee un mecánico compuesto por rieles y un carro móvil donde la carga es desplazada de manera vertical y el sujeto apoya la espalda en este, permite que el raquis este totalmente alineado y paralelo al movimiento Remiro (2013), en contraste la maquina PS, está diseñada por un sistema de palancas donde el sujeto apoya los hombros en unas almohadillas para empujar, siendo estas simétricas al centro de gravedad generando que el vector de fuerza esté directamente sobre las almohadilla de empuje dando mayor estabilidad, coordinación y equilibrio. Puede que el diseño de la maquina PS fue la que permitiera que la carga movilizada fuera mucho mayor en comparación HS. Es importante mencionar que hasta el momento no hay estudios encaminados a la comparación de 1 RM para un mismo grupo muscular entre máquinas.

### **Limitaciones**

Hay que tener en cuenta que dependiendo del fabricante el peso de las maquinas sin carga puede variar, para el caso de las utilizadas en esta investigación marca BYG GYMS la HS tiene un peso de 12 Kg y la PS uno de 48 Kg, no se le adicione este peso a la carga movilizada por cada participante dado a lo descrito anteriormente, por ende, para entrenar con este tipo de máquinas se debe conocer el peso de la misma sin carga. Así mismo, se debe resaltar que estos resultados son aplicables a deportistas de sexo masculino que tengan experiencia mayor a un año en el entrenamiento de la fuerza.

### **Aplicaciones prácticas**

Los resultados arrojados por el presente estudio pueden ser de utilidad para aquellos entrenadores y preparadores físicos que trabajen con hombres jóvenes y experimentados en el entrenamiento de fuerza. Gracias a las ecuaciones de regresión propuestas se pueden obtener uso valores aproximados de 1 RM en dos ejercicios muy habituales, como son el Hack Squat y el Power Squat a raíz de la medición de la 1 RM en la sentadilla libre. Con esto, los profesionales del entrenamiento ahorrarán tiempo y el entrenamiento será más eficiente.

### **REFERENCIAS**



- Bompa, TO. (1983) Theory and Methodology of Training. Kendall & Hunt. Co.Pu; Duberque, Iowa.
- Bompa, TO. (2004) Periodización entrenamiento deportivo. Editorial Paidotribo. Barcelona, España. p. 29-33, 119-120.
- Bosco, C. (2000) La fuerza muscular aspectos metodológicos. Editorial IINDE. Barcelona, España: p. 45.
- Brown, L. (2008) Entrenamiento de la Fuerza National Strength and Conditional Association, Editorial Médica Panamericana. Madrid, España
- Cotterman, M. (2005) Comparison of Muscle Force Production using Smith Machine and Free Weights for Bench Press and Squats exercises. Journal of Strength & conditioning research, 19 (1): 169 -176.
- Dieguez, J. (2007) Entrenamiento funcional en programas de fitness. Editorial INDE. Barcelona, España: p. 97-100.
- Ehlenz, H, Grosser, M, Zimmermann, E. (1990) Entrenamiento de la Fuerza. Editorial Martínez Roca. Barcelona, España. p. 11.
- García Manso, J, Vázquez, I. (2015) Squat (Sentadilla). Efectos, Aprendizaje Y Entrenamiento. Kinesis. Armenia, Colombia.
- González, J, Abella, C, Navarro, F. (2014) Entrenamiento deportivo Teoría y Prácticas. Editorial medica Panamericana. Madrid, España.
- González Badillo, J, Ribas J. (2002) Bases de la programación del entrenamiento de fuerza. INDE. Barcelona, España.
- Grosser, M. (1998) Principios del entrenamiento deportivo. Ediciones Martínez Roca, S.A. Barcelona, España. p. 49.
- Gonzales, JJ.; Gorrostiaga, E. (1995) Fundamentos del entrenamiento de la fuerza aplicación al alto rendimiento deportivo. 3ª Ed. Editorial INDE. Barcelona, España. p.20. p. 49-51.
- Gundlach, H. (1968) Systembeziehungen Körperlicher Fahigkeiten und fertigkeiten. Theorie und praxis der Korper kultur. 17(2):198-25.
- Haff, GG, Haff, EE. (2019) Diseño de programas de entrenamiento de fuerza. En Manual NSCA. Fundamentos del entrenamiento personal. 2ª Ed. Paidotribo. Barcelona. España. pp. 359
- Harman, E. (1993) Strength and power: a definition of terms. National Strength & Conditioning Association Journal, 15(6): 18-20.
- Hartshorn, MD, Read, PJ, Bishop, C, Turner, AN. (2016) Profile of a Strength and Conditioning Coach: Backgrounds, Duties, and Perceptions". Strength Conditioning Journal. 38(6):89-94.

- Heyward, V.H. (2006) Evaluación de la aptitud física y prescripción del ejercicio. 5ª ed Editorial panamericana. Madrid, España. p. 144-147.
- Manno, R. (1992) Fundamentos del Entrenamiento Deportivo. Editorial. Paidotribo. Barcelona, España. p. 131-135.
- Manno, R. (1999) El entrenamiento de la fuerza bases teóricas y prácticas. Editorial INDE. Barcelona, España. p.15.
- Miller, T. (2016) Guía de pruebas y evaluaciones de la NSCA. Paidotribo. Badalona, España.
- Ortiz, V. (1999) Entrenamiento de la fuerza y la explosividad para la actividad física y el deporte de competición. 2ª ed. Editorial INDE. Barcelona, España. p. 51-53.
- Ratames, N. (2015) Manual ACSM de entrenamiento de la fuerza y del acondicionamiento físico. Paidotribo, Badalona, España.
- Remiro, G., Da Silva, M. y García Manso J. (2013) La halterofilia aplicada al deporte: su enseñanza uso y aplicación. Wanceulen. Sevilla, España.
- Rodriguez, P.L. (2008) Ejercicio físico en las salas de acondicionamiento muscular. Editorial Paidotribo. Buenos Aires. p. 19-21.
- Simpson, S. (1997) Comparison of one-repetition maximums between free weight and universal machine exercises. Journal of Strength & conditioning research, 11 (2), 103-106.
- Thoma, M. (2006) Hammer Strength vs. Free Weights\_ Upper Body 1 RM Comparisons. Tesis Master Sin publicar, Western Kentucky University, Bowling Green.
- Vargas, R. (2007) Diccionario teoría del entrenamiento deportivo. México D.F., Universidad autónoma de México. p. 101-106.
- Vasconcelos, A. (2005) La fuerza de entrenamiento para jóvenes. Editorial Paidotribo. Barcelona, España: p. 13-19.
- Verkhoshansky, Y. (1999) Todo sobre el método pliométrico. Medios y métodos para el entrenamiento y la mejora de la fuerza explosiva. Paidotribo. Barcelona, España.
- Willardson, J. (2004) Predicting a 10-repetition maximum for the free weight parallel Squat using the 45° angled leg press. Journal of Strength & conditioning research, 18 (3): 567 - 571.

**Link to Original article:** <https://www.congresodefuerza.com/journal-nsca-spain/correlacion-entre-1-rm-en-sentadilla-peso-libre-y-en-maquinas-hack-squat-y-power-squat?elem=301963>