

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

MÁSTER UNIVERSITARIO EN ENTRENAMIENTO Y RENDIMIENTO DEPORTIVO

Curso Académico 2017-2018

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA CUANTIFICACIÓN DE LAS
CARGAS EN CORREDORES POR MONTAÑA

Methodological proposal for training load quantification in trail runners

Autor: Olmo Allué López

Tutor: José Antonio Rodríguez-Marroyo

Fecha: 25/06/2018

Vº Bº TUTOR

Vº Bº AUTOR

RESUMEN

Las carreras por montaña o trail running, según la International TrailRunning Association (ITRA), son carreras pedestres, abiertas a todos, en un ambiente natural (montaña, bosque, llanuras, etc.), con el mínimo posible de rutas asfaltadas o pavimentadas que no deberían exceder al 20% del recorrido total. El presente trabajo es una propuesta metodológica para la cuantificación de la carga de entrenamiento en corredores por montaña dentro de un período concreto de la temporada que es el inicio de la misma junto con las primeras competiciones tanto preparatorias como oficiales dentro del calendario competitivo autonómico y nacional de carreras por montaña. La propuesta práctica fue llevada a cabo con dos corredores. La cuantificación de la carga se realizó en base a la percepción subjetiva del esfuerzo recabada al finalizar las sesiones de entrenamiento (sesión-RPE). Además, también se analizó la recuperación semanal de los corredores utilizando el cuestionario Total Quality Recovery. Los valores obtenidos sirvieron para determinar el grado de adaptación a los entrenamientos realizados y modificar los mismos en función de los objetivos perseguidos con cada deportista. La metodología utilizada mostró ser una herramienta sencilla y útil para el control y la planificación del entrenamiento en las carreras por montaña.

Palabras clave: Carreras – Montaña – Cuantificación – RPE

ABSTRACT

Trail running races or trail running, according to the International TrailRunning Association (ITRA), are pedestrian races, for everyone, in a natural environment (mountain, forest, flatland, etc.), with a minimum of pavements that wouldn't exceed 20% of total race. The present document is a methodological proposal for training load quantification in trail runners within a specific season period, being this the beginning of season including the first competitions as much preparatory races as official races within the regional and national trail running calendar. The practical proposal was carried out with two trail runners. The load training quantification was made according to the rate of perceived exertion recorded after training sessions (session-RPE). Besides, total weekly recovery of athletes was also recorded using the Total Quality Recovery questionnaire. The data collected was used to establish the training adaptation level and to modify it according to every athlete goal. The methodology used seemed to be a simple and useful tool for control and training periodization in trail running races.

Key Words: *Competition – Mountain – Quantification – RPE*

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	5
2. CONTEXTUALIZACIÓN	6
2.1. El Trail Running, definición y respuestas fisiológicas	7
2.2. Marco histórico.....	9
2.3. Métodos de cuantificación del entrenamiento y sus limitaciones	11
2.4. El método sesión-RPE	14
3. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN	15
3.1. Objetivos	16
3.2. Diseño metodológico.....	16
4. ANÁLISIS DE RESULTADOS	22
5. DISCUSIÓN	33
6. CONCLUSIONES Y APLICACIONES PRÁCTICAS	38
8. REFERENCIAS.....	41

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo pretende realizar una propuesta metodológica para la cuantificación de la carga de entrenamiento en corredores por montaña dentro de un período concreto de la temporada que es el inicio de la misma junto con las primeras competiciones tanto preparatorias como oficiales dentro del calendario competitivo autonómico y nacional de carreras por montaña.

El objetivo de esta propuesta es realizar un seguimiento de las cargas de entrenamiento de corredores por montaña a lo largo de las primeras fases de la temporada para determinar las cargas de trabajo óptimas que ayudan a la mejora del rendimiento, así como identificar los momentos de la planificación en los cuales el deportista está soportando un mayor estrés psicobiológico y, en función de los datos obtenidos, readaptar de una manera u otra la distribución de las cargas con el objetivo de optimizar al máximo el rendimiento deportivo para las competiciones objetivo.

La puesta en práctica de esta propuesta ha consistido en realizar una cuantificación diaria del entrenamiento mediante el método de cuantificación de sesión-RPE, a través del cual se han obtenido de manera semanal y correspondiente a la finalización de cada microciclo unos valores de carga de trabajo que nos han dado información sobre cómo estaba respondiendo el deportista a la planificación realizada. Además, también se ha realizado un seguimiento en la recuperación pos microciclo del deportista mediante el cuestionario Total Quality Recovery, con el cual se ha pretendido establecer una relación entre la carga semanal y el grado de fatiga acumulada que presentaba el deportista al comienzo del siguiente microciclo.

El motivo de elección de este método de cuantificación frente a cualquier otro existente no es otro que el de seguir con el aprendizaje recibido a lo largo de la asignatura “Cuantificación y Control de las Cargas de Entrenamiento” y aplicar una metodología cuya fiabilidad y sensibilidad a los cambios que puede experimentar el deportista a lo largo de un período de entrenamiento ha sido ampliamente demostrada a través de numerosos estudios y en diferentes modalidades deportivas.

Así mismo, la conveniencia de esta propuesta metodológica surge de la necesidad de establecer unos valores óptimos de carga de trabajo en los diferentes momentos que componen una planificación de entrenamiento dentro de un deporte que está en auge y que tiene detrás muy pocos estudios que hayan trabajado con este aspecto y, más en concreto, con deportistas competitivos a nivel nacional e internacional.

Al hilo de lo anterior, el presente trabajo ha sido realizado con dos corredores por montaña, un hombre y una mujer, pertenecientes a la Selección Aragonesa de Carreras por Montaña y que en la pasada temporada consiguieron situarse en el top20 absoluto masculino de la Copa de España de Carreras por Montaña y con la victoria de la Copa de España de Carreras por montaña en línea y en Kilómetro Vertical en la categoría junior femenino, así como una medalla de bronce en los Campeonatos del Mundo Junior de Skyrunning.

2. CONTEXTUALIZACIÓN

Para poder comprender con mayor profundidad el presente trabajo es necesario realizar una contextualización en la que primero se explicará qué es el TrailRunning y de qué tipo de pruebas se compone, así como la clasificación y estructuración que tienen las mismas dentro del reglamento de competición de la IAAF (International Association of Athletics Federations). También, y en relación con lo anterior, se hará una pequeña aproximación teórica de cuáles son los factores de rendimiento que afectan a este deporte y qué respuestas fisiológicas son las esperadas durante su práctica.

A continuación, se realizará un resumen histórico de cómo ha ido evolucionando la monitorización del entrenamiento a lo largo de los años y, más en concreto, desde comienzos del siglo pasado hasta hoy en día, pasando por las primeras aproximaciones de las que se tienen evidencia y realizadas con deportistas olímpicos en la Escandinavia de inicios del siglo pasado hasta el establecimiento de perfiles de intensidad y distribuciones óptimas del entrenamiento que supusieron grandes avances en la monitorización del entrenamiento contemporáneo en los años 80.

Dentro de esa contextualización histórica se realizará, por último, una explicación más detallada de los métodos pioneros en este campo que intentan, mediante complejas fórmulas matemáticas, explicar y medir aspectos del entrenamiento como son la carga interna de trabajo y también se explicará las limitaciones de los mismos así como la justificación de por qué la metodología elegida para esta aplicación metodológica es, en mi opinión, la más conveniente y adecuada para la cuantificación del entrenamiento en corredores por montaña.

2.1. El Trail Running, definición y respuestas fisiológicas

Las carreras por montaña o trail running, según la International TrailRunning Association (2018), son carreras pedestres, abiertas a todos, en un ambiente natural (montaña, bosque, llanuras, etc.), con el mínimo posible de rutas asfaltadas o pavimentadas que no deberían exceder al 20% del recorrido total.

En cuanto al terreno, éste puede variar, habiendo caminos de polvo o tierra, senderos en bosques, senderos simples, pistas forestales, etc.

La carrera es idealmente, pero no necesariamente, en auto suficiencia o semi suficiencia y se realiza respetando la ética deportiva, la lealtad y la solidaridad con el ambiente.

La ITRA, dentro del marco de la reescritura del artículo 252 del reglamento de Competición de la IAAF (International Association of Athletics Federations), además de definir el trail running, hace una clasificación más coherente y precisa de las diferentes modalidades existentes dentro de este deporte. De tal manera, esta nueva clasificación, que ha sido implementada en marzo de 2018, se basa en los mismos kilómetros-esfuerzo como los que son utilizados para asignar puntos ITRA (calculados sumando la distancia en kilómetros y la centésima parte del desnivel positivo en metros), y se compone de un total de 7 categorías diferentes detalladas en la tabla mostrada a continuación (ITRA, 2018):

Categoría	Puntos ITRA	Km-esfuerzo	Tiempo aproximado del ganador (*)
XXS	0	0-24	1h
XS	1	25-44	1h 30 min - 2h 30min
S	2	45-74	2h 30min - 5h
M	3	75-114	5h - 8h
L	4	115-154	8h - 12h
XL	5	155-209	12h - 17h
XXL	6	>=210	> 17h

Figura 1. Tabla clasificación de las categorías ITRA.

En cuanto a las respuestas fisiológicas que nos encontramos dentro de este deporte, actualmente, y debido al auge que está teniendo tanto en España como a nivel internacional gracias al poder mediático de algunos de los deportistas más reconocidos de esta práctica deportiva, cada vez son mayores el número de publicaciones científicas que tratan de

explicar cómo afecta al organismo una práctica que combina dos cosas tan distintas pero cercanas al mismo tiempo: la carrera a pie, por un lado, y la montaña, por el otro.

Pese a la cierta similitud que pueda haber con el atletismo en lo que a respuestas fisiológicas se refiere, es necesario hacer una importante diferenciación que es la de la evidente exposición a la altura que presenta este tipo de deporte, un aspecto que va a influir de manera determinante en el rendimiento por las alteraciones que se producen en el organismo, tanto en reposo como durante el ejercicio.

Por tanto, y basándonos en la literatura científica, la mayoría de investigaciones que han estudiado este tema se decantan por las carreras de ultra resistencia, que son aquellas que superan los 42km de distancia y que, a día de hoy, tienen una mayor repercusión mediática que las de menor distancia.

A pesar de la relativa baja intensidad a la que se corren este tipo de prueba de ultra-resistencia, éstas suponen un estímulo muy estresante para el organismo, produciendo altos niveles de daños musculares en los atletas que se traducen en alteraciones en los marcadores enzimáticos del sarcolema muscular tales como la CK y la LDH, así como reducciones en la máxima contracción voluntaria muscular y en la eficiencia del aparato locomotor (Ramos-Campo et al., 2016; Schmidt Easthope et al., 2010; Millet et al., 2001).

Siguiendo con las pruebas de ultra-distancia, además de las alteraciones recién mencionadas, también se ha visto cambios propiamente morfológicos como son la disminución de la masa corporal que, pese a considerarse una consecuencia de la deshidratación, en este tipo de pruebas con distancias tan elevadas parece ser que esta disminución no se debe a la deshidratación sino a una disminución en la masa corporal, en la masa grasa y en la masa del músculo esquelético, estando las dos últimas alteraciones relacionadas directamente con los ejercicios de resistencia excéntricos, mientras que en los ejercicios de resistencia concéntricos habría una mayor incidencia en la pérdida de masa grasa (Knechtle et al., 2012).

En cuanto a la ya mencionada exposición a la altura que se da en este tipo de pruebas, considerándose un factor que afecta al rendimiento de la misma, los efectos que se producen en el organismo cuando está expuesto a condiciones de hipoxia, ya sea tanto en reposo como durante el propio ejercicio, son alteraciones a nivel circulatorio que afectan al tono vascular y la resistencia de los vasos sanguíneos pulmonares, habiendo un aumento de la ventilación y la actividad simpática por estimulación de los quimiorreceptores periféricos. Además, a nivel cardíaco, los efectos de la hipoxia son un incremento en la frecuencia cardíaca, tanto en reposo como durante el ejercicio, un aumento de la

contractilidad miocárdica y, por consiguiente, un mayor gasto cardíaco durante los primeros días de exposición (Bärtsch y Gibbs, 2007). En conclusión, el descenso de la presión atmosférica que se produce en este tipo de condiciones se ve acompañado de una disminución de la presión parcial de oxígeno, lo que dificulta los procesos aeróbicos del deportista, con disminuciones de la VO₂max de entre 1,5-3,5% cada 300 metros a partir de los 1500 metros de altitud y de la economía de carrera debido a un empeoramiento del trabajo de los músculos respiratorios, que puede llegar a ser hasta 2.5 veces mayor a 3500 metros que a nivel del mar (García-López y Ogueta-Alday, 2016).

Por último, y haciendo una comparación entre las carreras de más de 42 km, consideradas de ultra-resistencia y las de menos de 42 km, que serían las de corta, media y larga distancia, es necesario apuntar que los factores que determinan el rendimiento en una y en otra son bastante diferentes. De esta manera, capacidades como la velocidad crítica o umbral de lactato, control de la termorregulación y la oxidación de lípidos son de menor importancia en carreras de ultra-maratón donde, debido a la baja intensidad, parece ser que el control del daño muscular y los síntomas gastrointestinales, así como habilidades mentales tales como la motivación interna y las estrategias cognitivas, están entre los principales factores de rendimiento en ultramaratones (Millet, Morin y Hoffman, 2012).

2.2. Marco histórico

La monitorización del entrenamiento, entendida como el seguimiento que se realiza al deportista y en la cual se calcula su carga de entrenamiento, comenzó a utilizarse en el siglo pasado y, en concreto, en los países escandinavos, donde se tienen evidencias que atletas olímpicos finlandeses como Hannes Kolehmainen y Paavo Nurmi, corrían en la pista llevando consigo un cronómetro sin saber exactamente la función exacta del mismo. Poco después, en Suecia, el entrenador Gösta Holmér inventa el concepto de “Fartlek”, desarrollando un sistema de entrenamiento de alta intensidad que combina ritmos de carrera con ritmos de recuperación. Pero no es hasta finales de los años 30 cuando se da por comenzada la historia contemporánea de la monitorización del entrenamiento con el entrenador alemán Woldemar Gerschler y el doctor Herbert Reindell, quienes desarrollan el entrenamiento interválico como una manera de cuantificar la carga de entrenamiento basada en repeticiones de carreras hasta una frecuencia cardíaca de 180 latidos por minuto y con un tiempo de recuperación hasta que la frecuencia bajase a 120 latidos por minuto (Foster, Rodríguez-Marroyo y de Koning, 2017).

La explicación del por qué estos entrenadores utilizaron como referencia los valores mencionados anteriormente de frecuencia cardíaca para cuantificar la carga de entrenamiento no es clara pero sí que puede establecerse, mediante cálculo de porcentajes sobre un valor de frecuencia cardíaca máxima de 200 pulsaciones en atletas jóvenes y adultos, que estos valores se aproximan al umbral de lactato o segundo umbral ventilatorio, la potencia crítica o el máximo estado regular de concentración de lactato (Foster et al., 2017).

Una vez asentado el concepto de entrenamiento interválico dentro del mundo del entrenamiento contemporáneo, aparecieron un gran número de entrenadores y atletas de renombre que utilizaban este método. La popularidad del mismo se explica debido a la relación cuantitativa entre la media del ritmo sostenible durante el “índice de trabajo” y la competición posterior, permitiendo una predicción entre rendimiento durante el entrenamiento y la competición (Foster et al., 2017).

El entrenador austríaco Franz Stampfl, quien participó en la preparación de Sir Roger Bannister en su intento de correr la primera milla por debajo de los 4 minutos, estuvo muy implicado con este método de trabajo interválico. Al parecer, cuando Roger Bannister y sus compañeros de entrenamiento fueron incapaces de progresar en este método de entrenamiento, hecho que actualmente denominaríamos “Overreaching no funcional”, Franz Stampfl consideró que sus atletas se habían estancado y les dio un período de descanso activo que consistía en realizar actividades de baja intensidad tales como el senderismo. Tras este período vacacional y considerándolo en la actualidad como un período de supercompensación, los atletas fueron capaces de seguir progresando con este método y Roger Bannister rompió la barrera de los 4 minutos en la milla. Paralelamente, en la Universidad de Oregón, el entrenador Bill Bowerman desarrolló conceptos únicos tales como la importancia de los entrenamientos a baja intensidad a través del jogging o la importancia de combinar días duros de entrenamiento con días fáciles y el concepto de ritmo de trabajo y ritmo objetivo. Este período de la historia puede ser considerado como el nacimiento del período de la carga externa del entrenamiento, donde el concepto de monitorización significa que si un atleta es capaz de hacer cierta sesión de entrenamiento, podría esperar cierto resultado en competición (Foster et al., 2017).

A comienzos de los años 80, con el auge tecnológico que caracteriza a este período, la comunidad científica pudo desarrollar métodos más exactos de medir la respuesta fisiológica durante el entrenamiento y la competición. Es así cuando aparece el concepto de carga interna del entrenamiento. Además, el concepto de las zonas de intensidad del entrenamiento, relacionado con los umbrales metabólicos dio la oportunidad de monitorizar

el entrenamiento de una manera mucho más individualizada. Mediante la combinación de la tecnología con el concepto de umbrales metabólicos, apareció la idea de un “perfil de intensidad” y de una “distribución óptima” del entrenamiento en la cual se estableció que para mejorar el rendimiento había que distribuir la mayor parte de la carga en la zona de umbral, concepto discutido todavía en la actualidad. A pesar de estos avances en la precisión a la hora de fraccionar y repartir la intensidad del entrenamiento, todavía no existía una metodología que conectase la carga de trabajo con los cambios en el rendimiento producidos en cualquier tipo de modelo de cuantificación (Foster et al., 2017).

2.3. Métodos de cuantificación del entrenamiento y sus limitaciones

Es a principios de la mitad de los años 70 cuando aparecen autores que desarrollan nuevos métodos de cuantificación del entrenamiento. El primero y precursor de todo, Eric Banister junto a sus colaboradores, desarrollan el concepto de “TRIMP” o “Training Impulse” (Morton, Fitz-Clarke y Banister, 1990). Este concepto reconoció la medición de la intensidad de entrenamiento como una función de la reserva de la frecuencia cardíaca multiplicada por un factor no lineal (conceptualmente equivalente a la relación entre la intensidad y el lactato en sangre) y multiplicado por la duración, dando un valor (TRIMP) que representaba tanto la ganancia en condición física como la ganancia en fatiga producida por la sesión de entrenamiento (Foster et al., 2017).

Además, detectó también el efecto que tenía este valor de carga de trabajo o TRIMP en el rendimiento o la fatiga, proponiendo la teoría bifactorial del entrenamiento. Para él, el entrenamiento tenía dos efectos: fatiga, siendo lo que más iba a repercutir en el organismo, y un cierto nivel de rendimiento o condición física. Si la carga era muy alta habría mucha fatiga y también mucho rendimiento o condición física. A corto plazo, lo que primaría sería la fatiga pero con un descanso adecuado lo que quedaría sería la condición física (Borresen y Lambert, 2009).

Por tanto, lo que pretendía Banister era establecer un valor de rendimiento estableciendo la diferencia entre ese nivel de fatiga y de condición física. Si el valor era negativo significaba que había efectos no deseados en el rendimiento y, si por el contrario, este valor era positivo, significaba que había posibilidad de rendir.

La peculiaridad de este método era que, dentro de la fórmula, el factor no lineal equivalente a la relación entre la intensidad y el lactato en sangre y que estaba basado en los perfiles de lactato de hombres y mujeres entrenados en relación con sus incrementos de intensidad

durante el ejercicio, tiene más relevancia cuando las intensidades son mayores y le quita importancia cuando las intensidades son más bajas, es decir, daba más o menos importancia a la intensidad en función de que la misma fuera mayor o menor. De esta manera conseguía evitar dar una importancia desproporcionada a los ejercicios de larga duración y baja intensidad comparados con la actividad de alta intensidad y corta duración.

Para establecer los perfiles de lactato, Banister trabajó con 4 triatletas y propuso 4 fórmulas para estimar la intensidad del entrenamiento. Confrontó la intensidad y la concentración de lactato y vio que no ascendía progresivamente y que había una subida exponencial a partir de una cierta intensidad. Con el cálculo de esa relación exponencial estableció el factor multiplicador no lineal que era de 0.86 para hombres y 0.64 para mujeres.

A partir de la creación de esta fórmula de cuantificación de la carga interna del entrenamiento, comienzan a surgir variantes de la misma de la mano de otros autores, como es el caso de Sally Edwards (1993), quien desarrolla en este año su modelo de cuantificación basado en 5 zonas de entrenamiento establecidas a partir de un porcentaje de la frecuencia cardíaca máxima.

Este método consistía en un sumatorio de la frecuencia cardíaca en las diferentes zonas de trabajo. Edwards estableció 5 zonas de trabajo: 50-60%, 60-70%, 70-80%, 80-90% y 90-100% de la FC máxima. Después la duración acumulada en minutos en cada una de estas zonas de trabajo las multiplicaba por un factor multiplicador de cada zona de manera que la primera zona del 50-60%, fuese de 1, la segunda del 60-70% fuese 2, la tercera de 70-80%, fuese 3, la cuarta de 80-90% fuese 4 y la quinta de 90-100% fuese 5 (Edwards, 1993).

Poco después, en 1999, es el fisiólogo Alejandro Lucia quien desarrolla su propio método, el modelo trifásico de cuantificación del entrenamiento, que era una versión modificada de la ecuación del sumatorio de zonas de frecuencia cardíaca desarrollada por Edwards. En este modelo, existen tres zonas definidas de frecuencia cardíaca: la zona 1, que estaría por debajo del umbral ventilatorio; la zona 2, entre el umbral ventilatorio y el umbral anaeróbico o punto de compensación respiratorio y la zona 3, por encima del umbral anaeróbico. El sumatorio en minutos en cada una de estas zonas es multiplicado por un coeficiente (k) relativo de cada zona, siendo $k=1$ para la zona 1, $k=2$ para la zona 2 y $k=3$ para la zona 3, sumando finalmente los resultados (Lucia, Hoyos, Santalla, Earnest y Chicharro, 2003).

Tanto el modelo matemático de Banister como el sumatorio de las zonas de frecuencia cardíaca de Edwards y Lucia presentan una serie de limitaciones, que serían las siguientes:

El modelo de Banister puede infravalorar los entrenamientos a intensidades altas como son los entrenamientos de los deportes colectivos. Además, entre la fórmula individual

(estableciendo el factor multiplicador a partir de los resultados obtenidos con el deportista en cuestión) y la original (con el factor multiplicador establecido con los deportistas que participaron inicialmente en el desarrollo de la fórmula) no hay diferencias cuando la carga o intensidad es baja pero sí cuando ésta es alta, por lo que el entrenamiento estaría infravalorado.

Otra limitación práctica de estos modelos basados en la frecuencia cardíaca es la imposibilidad de cuantificar ejercicios no aeróbicos como el entrenamiento de pesas. Esto es debido a que la FC aumenta desproporcionalmente durante estos tipos de ejercicios y las respuestas de FC requeridas para el cálculo del TRIMP no se obtienen correctamente (Borresen y Lambert, 2009).

Por último, presentan la clara limitación que es la necesidad de utilizar un pulsómetro en cada sesión de entrenamiento para tener un registro de la frecuencia cardíaca, aspecto que puede dificultar el seguimiento y cuantificación de la carga interna por parte del entrenador (Borresen y Lambert, 2009), además de que se ha sugerido que la frecuencia cardíaca es un pobre indicador de la intensidad del ejercicio durante ejercicios de alta intensidad tales como el entrenamiento interválico o el entrenamiento intermitente (Rodríguez-Marroyo, Medina, García-López, García-Tormo y Foster, 2014).

En cuanto a los modelos de Edwards y Lucia, además de la limitación de la necesidad de un pulsómetro por parte del deportista que también presenta la fórmula de Bannister, tienen la peculiaridad de que el factor de peso multiplicador aumenta de una manera lineal y el estrés metabólico experimentado por los deportistas puede ser diferente incluso cuando el ejercicio se realiza al mismo porcentaje de la frecuencia cardíaca máxima debido a que el umbral anaeróbico varía entre individuos con igual capacidad aeróbica (Borresen y Lambert, 2009). Además, en fatiga puede verse afectado ya que en series de velocidad la frecuencia cardíaca no se expresa al máximo nivel y el nivel de carga que da se infravalora, no cuantificando el trabajo no aeróbico.

Posteriormente, en 1996, surge un nuevo método de cuantificación caracterizado por su sencillez llamado sesión-RPE propuesto por algunos autores como un método alternativo para evaluar la intensidad del ejercicio (Rodríguez-Marroyo et al., 2014) o como una herramienta útil para monitorizar el entrenamiento teniendo en cuenta factores fisiológicos y psicológicos (Minganti, Capranica, Meeusen, Amici y Piacentini, 2010).

2.4. El método sesión-RPE

El método previamente mencionado de sesión-RPE, fue introducido por Carl Foster y colaboradores en un intento de simplificar la cuantificación de la carga de entrenamiento (Foster, Daines, Hector, Snyder y Welsh, 1996).

En lugar de utilizar el índice de frecuencia cardíaca o tener que medir la intensidad o tipo de ejercicio que se realiza, la sesión-RPE utiliza un índice de dificultad total del ejercicio obtenido después de su finalización.

Este índice se basa en la escala desarrollada por el doctor Gunnar Borg en los años 60 y que Foster modificó en los anclajes que tenían las puntuaciones, pasando a ser la “Escala modificada de Foster”. La carga del entrenamiento es obtenida multiplicando la RPE percibida por el deportista por la duración en minutos de la sesión completa del ejercicio.

El período óptimo en el cuál el deportista debe dar un valor de dificultad a la sesión realizada ha sido muy discutido por numerosos autores y se ha determinado que la RPE puede reflejar con precisión la intensidad de la sesión de entrenamiento hasta las 24h desde su finalización. No obstante, se recomienda que dentro de este período permitido la valoración por parte del deportista se haga siempre en el mismo momento una vez acabada la sesión, de manera que el período óptimo sería a los 30 minutos de terminar la misma, ya que es cuando comienza a estabilizarse este valor (Christen, Foster, Porcari y Mikat, 2016).

En cuanto a la comparación de este método con los ya existentes previamente, Foster et al. (2001) compararon el método de sesión RPE con el resultado del sumatorio de las zonas de frecuencia cardíaca durante el ejercicio y encontraron que el patrón de diferencias entre los dos métodos era muy constante. También, autores como Borresen y Lambert (2008), en un estudio realizado encontraron entre el método TRIMP y la sesión RPE correlaciones de $r=0,76$ y de $r=0,84$ entre el método del sumatorio de las zonas de frecuencia cardíaca y el método de la sesión-RPE.

Con respecto a la aplicación de este método en entrenamientos donde la componente aeróbica no cobra tanta importancia como pueden ser los entrenamientos de fuerza, Sweet, Foster y Mcguigan (2004) encontraron que la RPE varía significativamente entre los diferentes grupos musculares utilizados debido a las diferencias en la masa muscular (y, por tanto, las demandas metabólicas), rangos de movimiento y el número de articulaciones implicadas en el movimiento. El orden en el cual los ejercicios son realizados, el tipo de fibra del musculo utilizado, el modo de ejercicio para el cual el atleta es entrenado, el nivel de

experiencia que el atleta tiene en este tipo de entrenamiento y el tiempo en el cual la RPE es anotada puede también afectar la RPE.

La RPE, en comparación con los otros modelos basados en la frecuencia cardíaca, es sensible a los cambios de esfuerzo, es decir, ésta es capaz de llegar a donde la frecuencia cardíaca se ve limitada por presentar cambios asociados a la fatiga progresiva a lo largo de competiciones de larga duración (Rodríguez-Marroyo, Villa, García-López y Foster, 2012).

También se ha comparado, en un estudio realizado por Impellizzeri et al. (2004) con otros métodos en la cuantificación de deportes colectivos como el fútbol determinando que la RPE llegaba a intensidades psicológicas a las cuales la frecuencia cardíaca no era capaz de llegar.

3. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

La propuesta de intervención ha consistido, en primer lugar, en diseñar una planificación de entrenamiento para dos corredores de montaña pertenecientes a la Selección Aragonesa de Carreras por Montaña con la mirada puesta en las grandes competiciones del calendario tanto autonómico como nacional.

Una vez diseñada esta planificación, se ha realizado un seguimiento individual y una monitorización del entrenamiento mediante el método sesión-RPE, ya aplicado a corredores de resistencia previamente (Foster et al., 1996). Se cuantificó la carga de los entrenamientos y semanalmente la monotonía del microciclo de entrenamiento (carga media del microciclo/desviación de las cargas) y la dureza (Strain) del microciclo (carga total semanal*monotonía) atendiendo a la metodología propuesta por Foster et al. (1996). La relación establecida entre la carga aguda (media semanal) y crónica (promedio de 4 semanas) para determinar el riesgo lesional del deportista fue calculada (Malone et al., 2016). Por último la estimación de probabilidad de rendimiento fue hallada como la diferencia entre la carga crónica menos la carga aguda (Foster et al., 1996). El análisis de la carga de entrenamiento se complementó, solo en el sujeto 2, con el registro del volumen de entrenamiento (kilómetros), diferenciando el desnivel positivo acumulado durante los entrenamientos (Suunto Ambit3 Sport). El volumen también fue expresado en horas semanales de entrenamiento. Finalmente, la recuperación de los deportistas tras la realización de los microciclos de entrenamiento se calculó administrando el cuestionario TQR (Kenttä y Hassmén, 1998).

3.1. Objetivos

Los objetivos que se pretenden alcanzar con la realización de este TFM son:

- Aplicar una metodología práctica de cuantificación y control de cargas del entrenamiento en dos corredores por montaña (Sesión-RPE).
- Optimizar el rendimiento de los atletas aplicando dicha metodología.
- Alcanzar el control necesario en su manejo para darle continuidad en planificaciones futuras.

A su vez, las competencias del master alcanzadas a través de la realización de este trabajo son:

- Cuantificar y controlar cargas de entrenamiento y competición, como base para planificar de manera científica los estímulos de preparación y programas de ejercicio encaminados a la mejora del rendimiento.

3.2. Diseño metodológico

En cuanto al diseño metodológico, comenzaremos con los objetivos y la planificación realizada con los diferentes sujetos. El objetivo fijado para un deportista no fue el mismo que el fijado para el otro deportista ya que, pese a pertenecer los dos sujetos a la Selección de su Comunidad Autónoma, no tienen el mismo nivel de rendimiento deportivo y ha sido necesario elegir cuidadosamente los objetivos de la temporada según las características de cada uno.

El tipo de planificación seguida en los dos deportistas ha sido el de una planificación de tipo ATR concentrada (Valdivielso, 1998) y la distribución de las intensidades a lo largo de la misma ha tenido una estructura tradicional de tipo piramidal, considerada como óptima para el entrenamiento en deportes de resistencia (Foster, 2015), y en el que el mayor porcentaje de la carga ha estado concentrado en el umbral aeróbico y el restante entre umbrales y próximo o superior al umbral anaeróbico, aspecto en consonancia con lo que dice la literatura científica ya que hay fuertes evidencias para concluir que aproximadamente un ratio de 80-20 de entrenamiento de baja intensidad y entrenamiento de alta intensidad, respectivamente, produce excelentes resultados a largo plazo entre atletas de resistencia y se ha visto que incrementos en el volumen total de entrenamiento correlacionan bien con mejoras en las variables fisiológicas y el rendimiento (Seiler, 2010).

El método de entrenamiento piramidal, siendo el método más utilizado y, junto al entrenamiento polarizado, son considerados como más eficaces que el entrenamiento en Umbrales, a pesar de ser este último utilizado por varios de los mejores maratonianos y corredores de resistencia del mundo (Kenneally, Casado y Santos-Concejero, 2017).

Por último, y para concretar más específicamente dentro de cada microciclo, el volumen realizado en microciclos de carga o impacto para el sujeto masculinos ha sido de 90 a 100 kilómetros semanales aproximadamente, volumen suficiente para el nivel del atleta y teniendo en cuenta el tiempo que puede dedicarle al entrenamiento, siendo además cifras con evidencia científica de ser óptimas para la mejora del rendimiento en atletas de medio-fondo y fondo (Esteve-Lanao, San Juan, Earnest, Foster y Lucia, 2004).

En referencia a la intensidad, se realizado de manera general un total de 2 sesiones de alta intensidad por semana, frecuencia que parece ser suficiente para inducir adaptaciones fisiológicas y ganancias en el rendimiento sin provocar un estrés excesivo a largo plazo (Seiler, 2010).

Además, se ha realizado un trabajo complementario de fuerza siguiendo la misma metodología que con el trabajo aeróbico ya que monitorizar las cargas de entrenamiento a través del método sesión-RPE es una manera simple y cómoda para controlar el proceso de entrenamiento en corredores élite de media y larga distancia (Balsalobre-Fernández, Tejero-González y Del Campo-Vecino, 2015). Incrementos en la sesión RPE en cualquier carga de trabajo dada puede ser un indicador temprano de sobreentrenamiento y la modificación de la periodización del plan de entrenamiento puede ser realizada para optimizar las necesidades específicas del atleta (Sweet et al., 2004).

De manera adicional, y al finalizar cada microciclo, se les ha pedido a los atletas al finalizar cada microciclo y siempre en el mismo día de la semana, lunes, la valoración de su estado de recuperación a través del cuestionario TQR (Kenttä y Hassmén, 1998). Tal y como afirma Meeusen et al. (2012) en su estudio, un entrenamiento con éxito debe provocar una sobrecarga pero también debe evitar la combinación de una sobrecarga excesiva con una inadecuada recuperación. El proceso de incrementar la intensidad del entrenamiento es comúnmente utilizado por los atletas en un intento de mejorar el rendimiento. Como consecuencia de esto último, el atleta puede experimentar sensaciones agudas de fatiga y decrementos del rendimiento como resultado de una intensa sesión de entrenamiento o un intenso periodo de entrenamiento. Si el balance entre un apropiado estrés de entrenamiento y una adecuada recuperación es interrumpido, se puede producir una respuesta anormal del entrenamiento y podría desarrollarse un estado de "Overreaching", entendido como una acumulación de estrés de entrenamiento y/o de no entrenamiento que resulta en una

decremento a corto plazo en la capacidad de rendimiento con o sin relación con señales fisiológicas y psicológicas y síntomas de maladaptación en la cual la restitución de la capacidad de rendimiento puede llevar varios días o semanas (Kenttä y Hassmén, 1998).

Dentro de esta definición se pueden añadir dos definiciones más específicas como son el Overreaching Funcional (FOR) y el Overreaching No Funcional (NFOR), siendo el primero aquel en el que tras un adecuado período de recuperación se produce un efecto de supercompensación en el que el atleta experimenta un incremento en el rendimiento comparado con sus niveles basales, de manera que las respuestas fisiológicas compensan ese estrés inicial ligado al entrenamiento. Por otro lado, el Overreaching No Funcional se produce cuando la intensificación del entrenamiento continúa y el atleta cae en un estancamiento o decremento del rendimiento que no se recuperará durante semanas o meses (Kenttä y Hassmén, 1998).

Por último, el “Overtraining” es entendido como una acumulación de estrés de entrenamiento y/o de no entrenamiento que resulta en una decremento a largo plazo en la capacidad de rendimiento con o sin relación con señales fisiológicas y psicológicas y síntomas de maladaptación en la cual la restitución de la capacidad de rendimiento puede llevar varias semanas o meses (Kenttä y Hassmén, 1998).

La escala TQR, desarrollada por Kenttä y Hassmén (1998), está formada según los índices desarrollados en la clasificación de percepción del esfuerzo (RPE), de tal manera que el proceso de recuperación puede ser monitorizado y comparado con el análisis del proceso de entrenamiento. Durante todo el proceso de intervención, no se han visto síntomas de fatiga que pudiesen llevar a estados de Overreaching no funcional o Sobreentrenamiento y, además, se han seguido en la medida de lo posible y con los dos atletas aquellas estrategias que pueden ayudar al proceso de recuperación como son: una adecuada nutrición e hidratación en la cual la cantidad de agua consumida triplique el consumo en hidratos de carbono para asegurar una total conversión de estos en glucógeno muscular y así aumentar la capacidad para tolerar el continuo estrés fisiológico producido con el entrenamiento, un adecuado descanso y unas horas de sueño suficientes, relajación y soporte emocional, y estiramientos y reposo activo (Kenttä y Hassmén, 1998), que se ha introducido a través de la práctica del yoga, que combina estiramientos de todo el cuerpo coordinados con la respiración y un estado de relajación idóneo para la preparación mental del atleta.

Participantes

Sujeto 1

Se trata de una corredora que compite dentro de la categoría Junior Femenino, con 18 años de edad y 2 años de experiencia dentro del mundo de la competición. El objetivo de la temporada para esta atleta ha sido complicado establecerlo debido a que, una vez finalizada la temporada pasada, pasó por diversos problemas físicos que le apartaron de los entrenamientos y de la competición. Debido a la lesión que padecía y que podría agravarse si participaba en carreras en línea, este año se decidió, en un inicio, centrarnos solamente en los kilómetros verticales teniendo como objetivo el pódium dentro de la Copa de España de Kilómetro Vertical y el Campeonato de España de Kilómetro Vertical, así como una posible selección para el Campeonato del Mundo de Kilómetro Vertical. Posteriormente, y viendo que la recuperación de la lesión ha evolucionado correctamente, la atleta ha participado en carreras en línea poniendo como objetivos el Campeonato de Aragón y el Campeonato de España.

Las estrategias utilizadas con esta atleta han sido la de hacer un programa de entrenamiento muy progresivo y conservador que concentrase la mayor parte del volumen en actividades sin impacto como han sido el Esquí de travesía y la Btt. Para las sesiones centradas en la intensidad, se han realizado series en subida primero andando y después, conforme iba progresando sin sentir molestias, corriendo pero siempre con la utilización de bastones, principalmente en la bajada para que le ayudasen a descargar la mayor parte del peso en ellos y no le afectase a la lesión localizada en la zona sacra de la columna.

La planificación del entrenamiento realizada ha sido un macrociclo ATR de tipo concentrado que ha consistido en la realización de un mesociclo de acumulación de 28 días compuesto por 4 microciclos, seguido de un microciclo recuperatorio de 7 días, un mesociclo de transformación de 21 días compuesto por 3 microciclos de los cuales uno correspondía a la primera carrera de Copa de España de KV, y un mesociclo de realización donde se ha concentrado el Campeonato de España de KV.

La razón por la cual se ha decidido incluir la primera competición de la Copa de España de KV dentro del mesociclo de Transformación y no dentro del mesociclo de Realización ha sido la de quitarle importancia a la primera competición de nivel nacional que iba a realizar la deportista después de muchos meses de lesión ya que he considerado que una excesiva focalización en esa primera carrera, en el caso de que no saliese un resultado esperado, iba a desmotivarle para la competición objetivo que es el Campeonato de España de KV y que tiene mayor importancia ya que clasifica para el Campeonato del Mundo de KV.

A continuación se muestra de una manera más clara con la siguiente gráfica la estructuración del Macro ciclo:

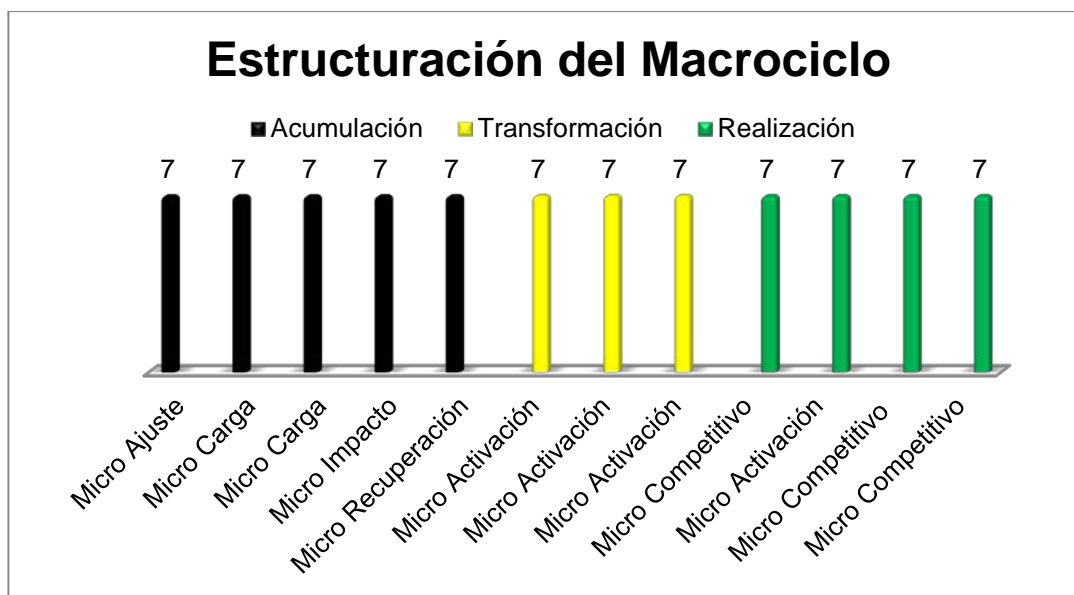


Figura 2. Gráfica de Estructuración del Macro ciclo del Sujeto 1.

La gráfica está formada por un mesociclo de Acumulación que concentra un microciclo de Ajuste compuesto por cargas medias y una disminución de la intensidad, dos microciclos de carga con un aumento progresivo de la misma y, por último, un microciclo de impacto concentrando el mayor volumen de carga, seguido de un microciclo de recuperación. El siguiente mesociclo de Transformación está formado por tres microciclos de activación donde el trabajo de intensidad ha sido integrado dentro de tres competiciones preparatorias para la competición objetivo, siendo una de ellas Campeonato de Aragón en Línea. Por último, el mesociclo de Realización ha estado compuesto por un primer microciclo competitivo que ha concentrado el Campeonato de España de KV, seguido de un microciclo de recuperación y dos últimos microciclos competitivos concentrando la segunda prueba de la Copa de España de KV y el Campeonato de España en Línea.

Sujeto 2

El sujeto 2 es un corredor que compite dentro de la categoría Absoluta Masculina, con 24 años de edad y 3 años de experiencia dentro de la competición. El objetivo de este atleta, debido a su temprana incorporación a la selección Absoluta, es el de consolidar su estado de forma realizando competiciones de menor nivel dentro del calendario de competición autonómico como es la Copa de Aragón de Carreras por Montaña en Línea y en función de

los resultados obtenidos participar en el Campeonato de España de Carreras por Montaña en Línea.

Las estrategias utilizadas fueron las de continuación del programa de entrenamiento realizado con anterioridad y el diseño de una planificación ATR de tipo concentrado que le permita llegar en el mejor momento de forma posible para la primera competición de Copa de Aragón y, con ello, conseguir plaza para la participación en el Campeonato de España de Carreras por Montaña en Línea.

La planificación consistió en dos macrociclos de 14 y 6 semanas respectivamente. El primer macrociclo estuvo compuesto por un mesociclo de acumulación de 35 días compuesto por 5 microciclos, un mesociclo de transformación de 21 días compuesto por 3 microciclos y un mesociclo de realización de 6 microciclos donde se ha concentrado la primera competición de la Copa de Aragón de Carreras por Montaña en Línea, así como otras dos competiciones fuera del calendario autonómico.

A continuación se muestra de una manera más clara con la siguiente gráfica la estructuración del macrociclo:

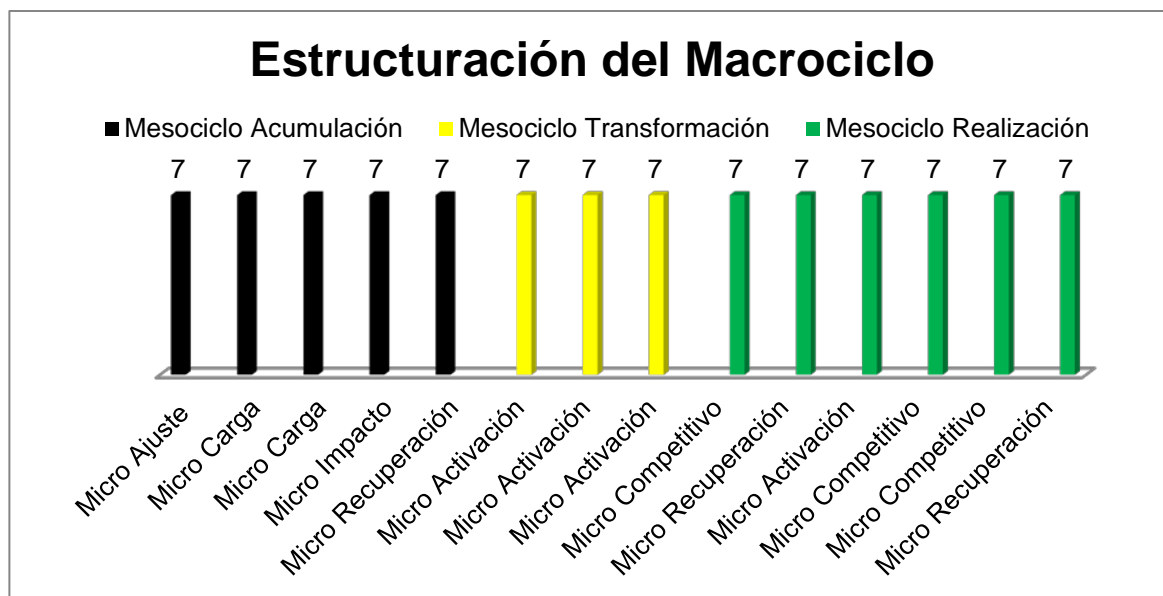


Figura 3. Gráfica de Estructuración del Macrociclo del Sujeto 2.

Tal y como se puede observar en la anterior gráfica, el mesociclo de Acumulación está compuesto por un microciclo de ajuste compuesto por cargas medias y una disminución de la intensidad, dos microciclos de carga con un aumento progresivo de la misma y un microciclo de impacto llegando al máximo total de carga tolerado por el deportista en ese momento de la temporada, finalizando el mesociclo con un microciclo de recuperación. El

siguiente mesociclo está compuesto por 3 microciclos de activación donde se ha realizado un volumen bajo con un aumento de la intensidad que ha sido trabajada principalmente con la participación en competiciones de menor distancia y que han servido como aproximación a las condiciones de la competición objetivo. Por último, el mesociclo de realización ha estado compuesto por un primer microciclo competitivo donde se ha concentrado la primera competición objetivo de la temporada, seguido de un microciclo de recuperación, un microciclo de activación, dos microciclos competitivos con competiciones de corta y media distancia respectivamente y, finalmente, un microciclo de recuperación.

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

El análisis de los datos obtenidos tiene como objetivo la identificación de aquellos hallazgos que tengan relevancia y que aporten herramientas prácticas a la hora de realizar posteriores intervenciones siguiendo la misma metodología utilizada en este trabajo y que nos permita optimizar el rendimiento en nuestros deportistas.

Las variables relativas a la carga interna y externa del entrenamiento que se han estudiado han sido los siguientes: horas semanales, kilómetros semanales, desnivel positivo acumulado semanal, carga total semanal, carga promedio semanal, monotonía, strain, rendimiento, relación de carga aguda:crónica y, por último, recuperación semanal. Además, todas ellas han sido analizadas estableciendo una relación temporal para ver la evolución semanal que han ido teniendo a lo largo de todo el proceso de entrenamiento.

Únicamente, en el mesociclo de realización se han contabilizado los datos obtenidos hasta el día previo a la competición, de tal manera que los valores de dicha competición han pasado al registro del siguiente microciclo, con el objetivo de poder ver el estado de forma previo a la competición y la acumulación de la misma de cara al siguiente microciclo.

Resultados del Sujeto 1

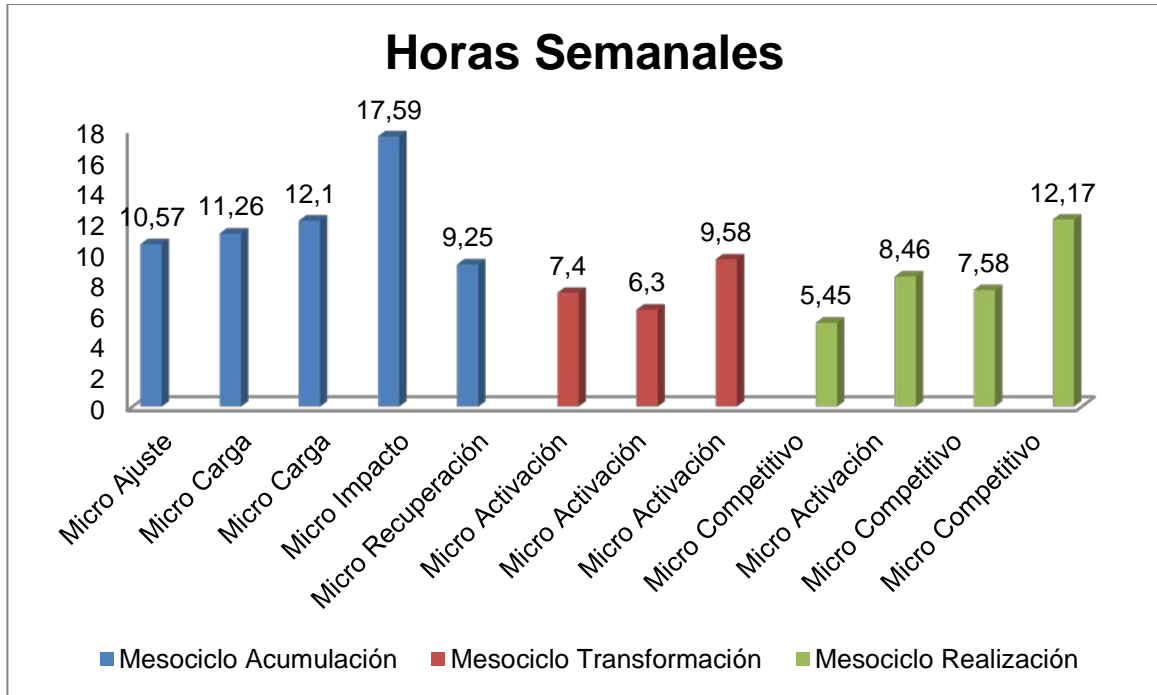


Figura 4. Horas semanales según microciclos del Sujeto 1.

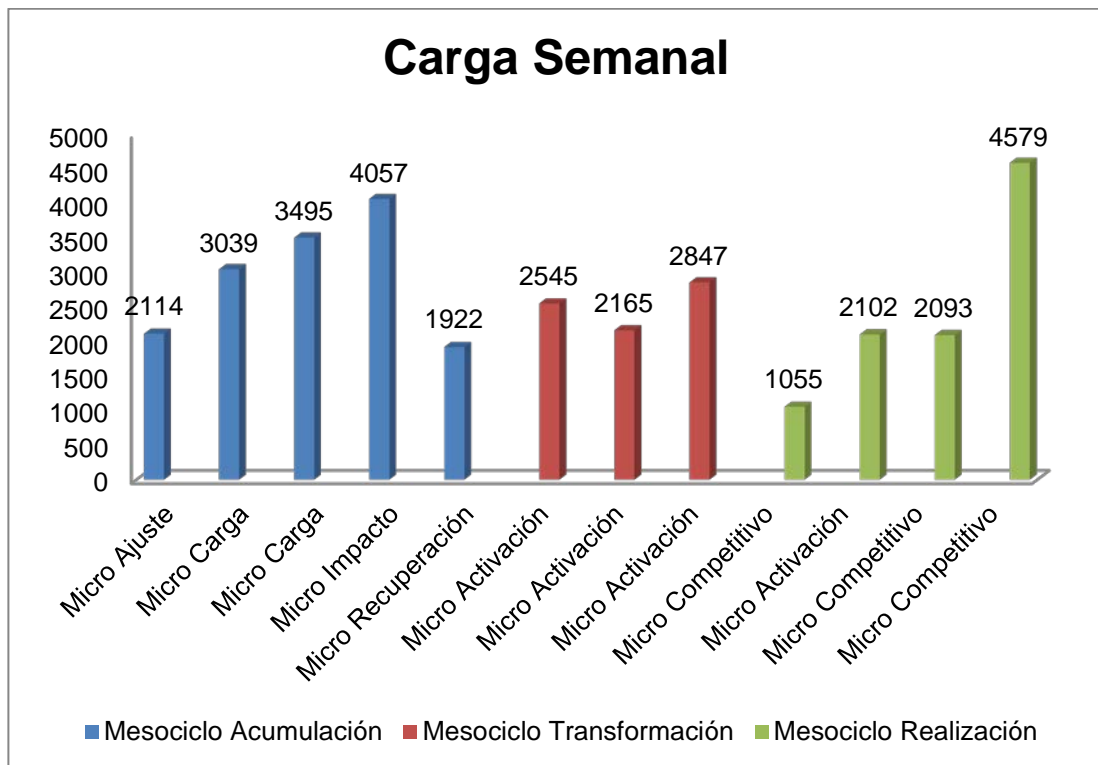


Figura 5. Carga semanal según microciclos del Sujeto 1. La carga de entrenamiento se expresa en unidades arbitrarias.

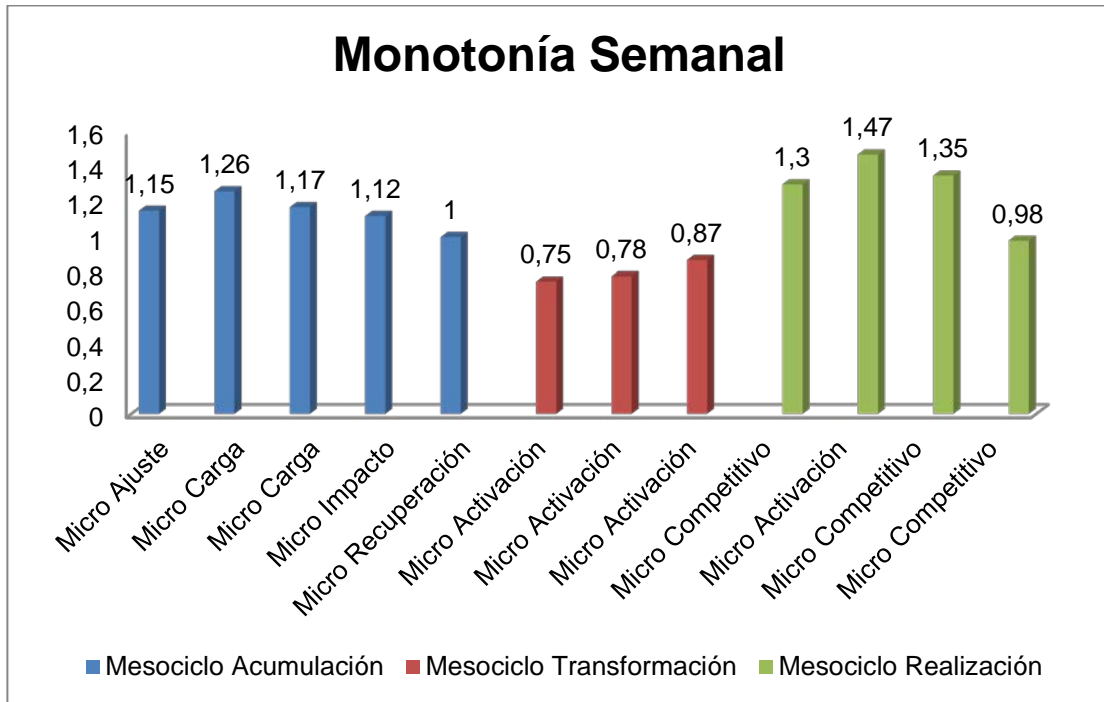


Figura 6. Monotonía semanal según microciclos del Sujeto 1.

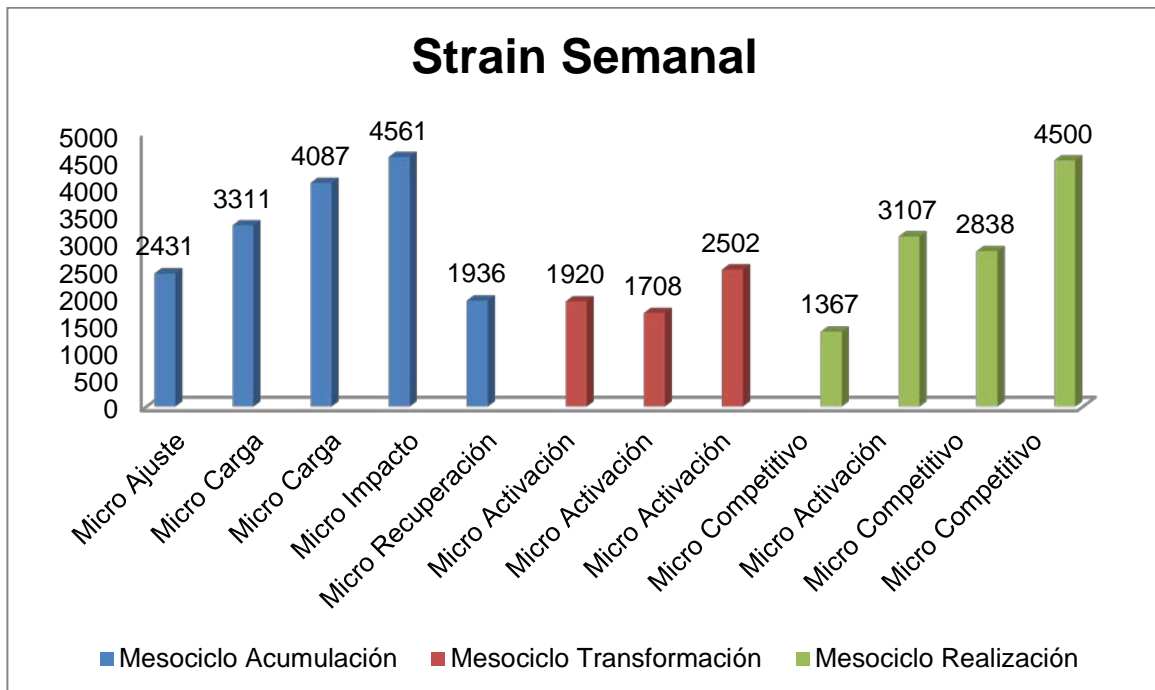


Figura 7. Strain semanal según microciclos del Sujeto 1.

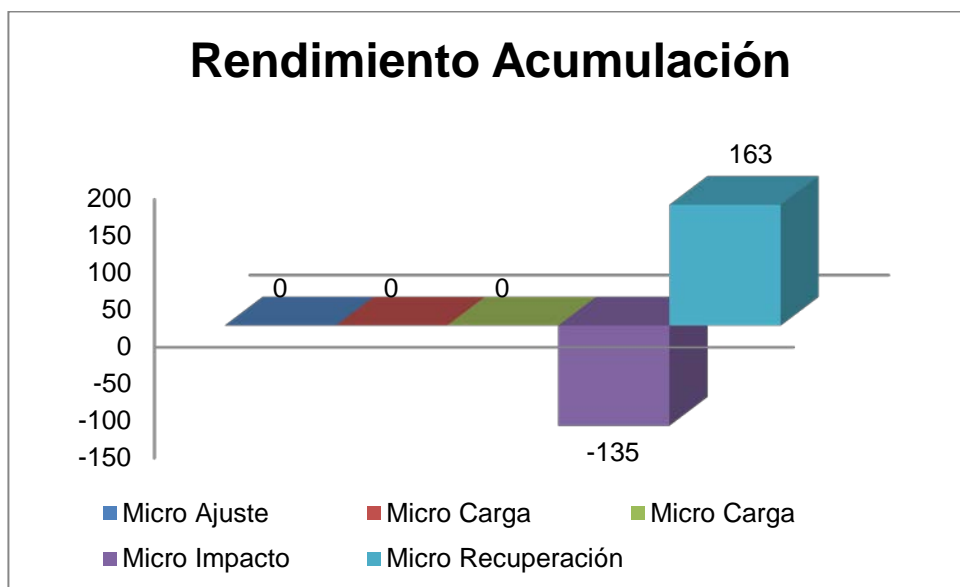


Figura 8. Rendimiento semanal según microciclos de acumulación del Sujeto 1.

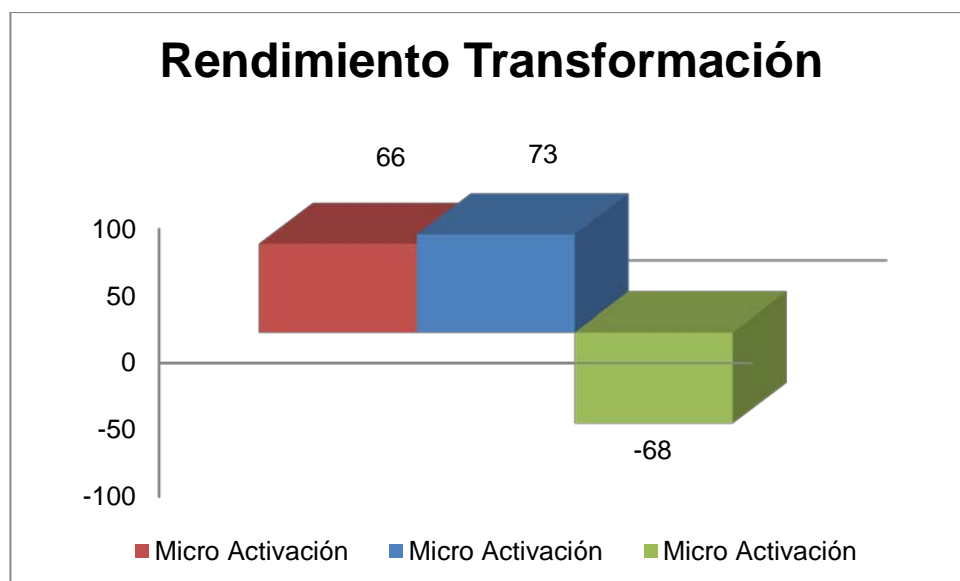


Figura 9. Rendimiento semanal según microciclos de transformación del Sujeto 1.

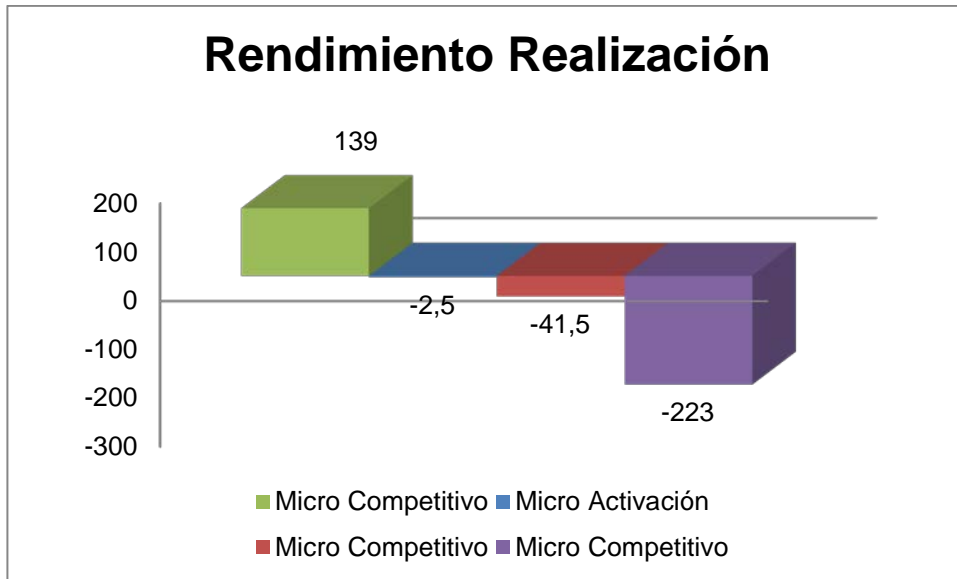


Figura 10. Rendimiento semanal según microciclos de realización del Sujeto 1.

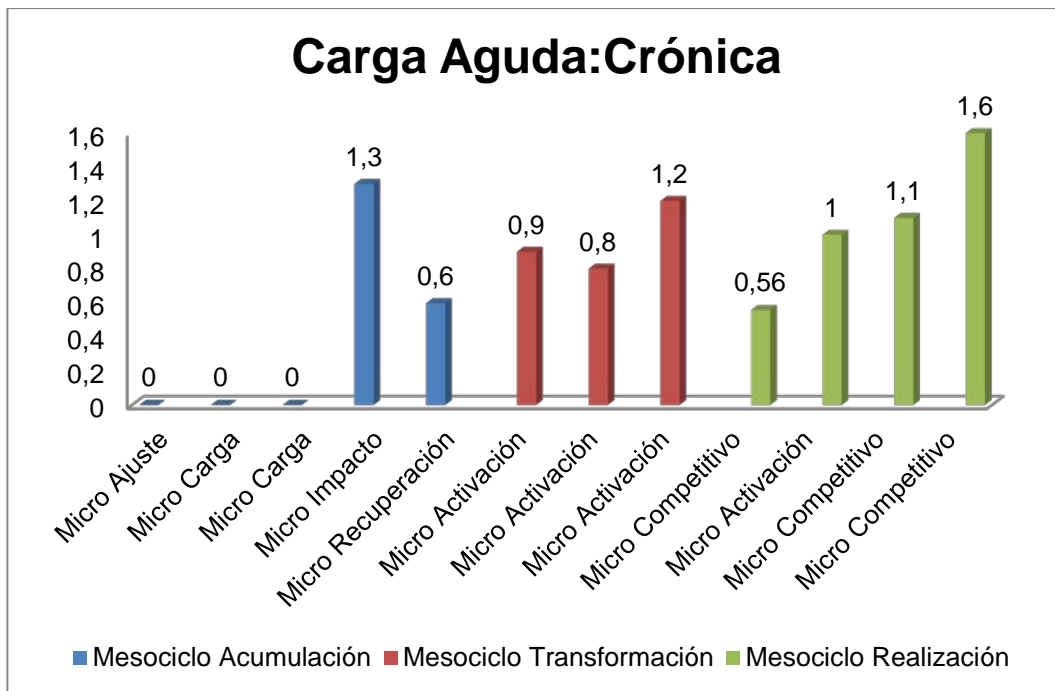


Figura 11. Relación de carga aguda:crónica semanal según microciclos del Sujeto 1.

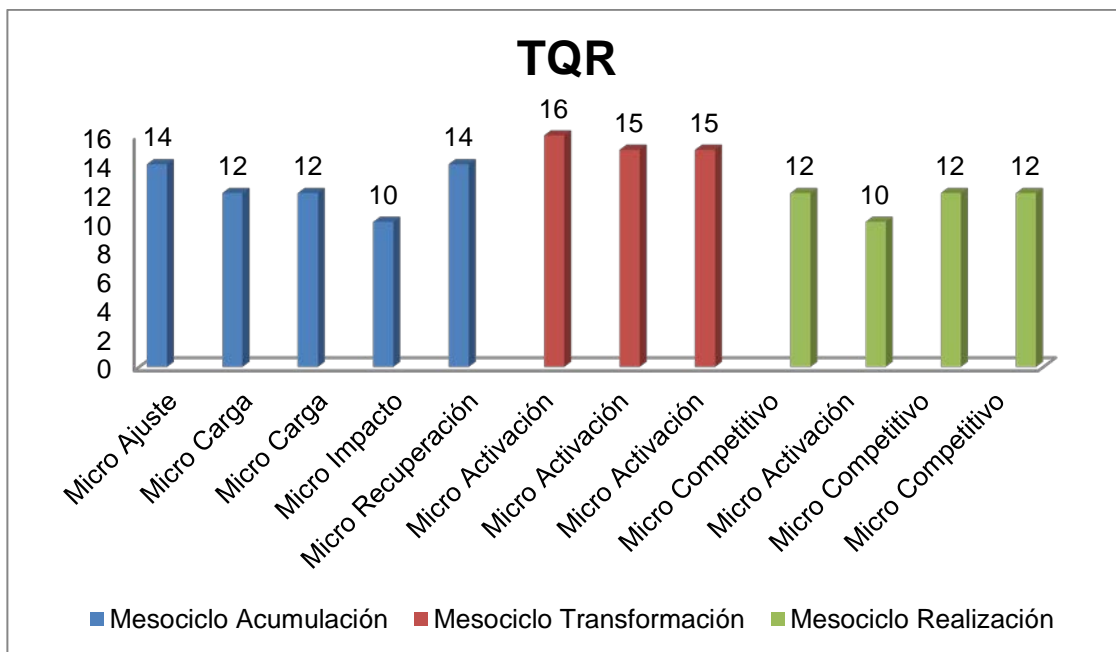


Figura 12. Recuperación semanal según microciclos del Sujeto 1.

Resultados del Sujeto 2:

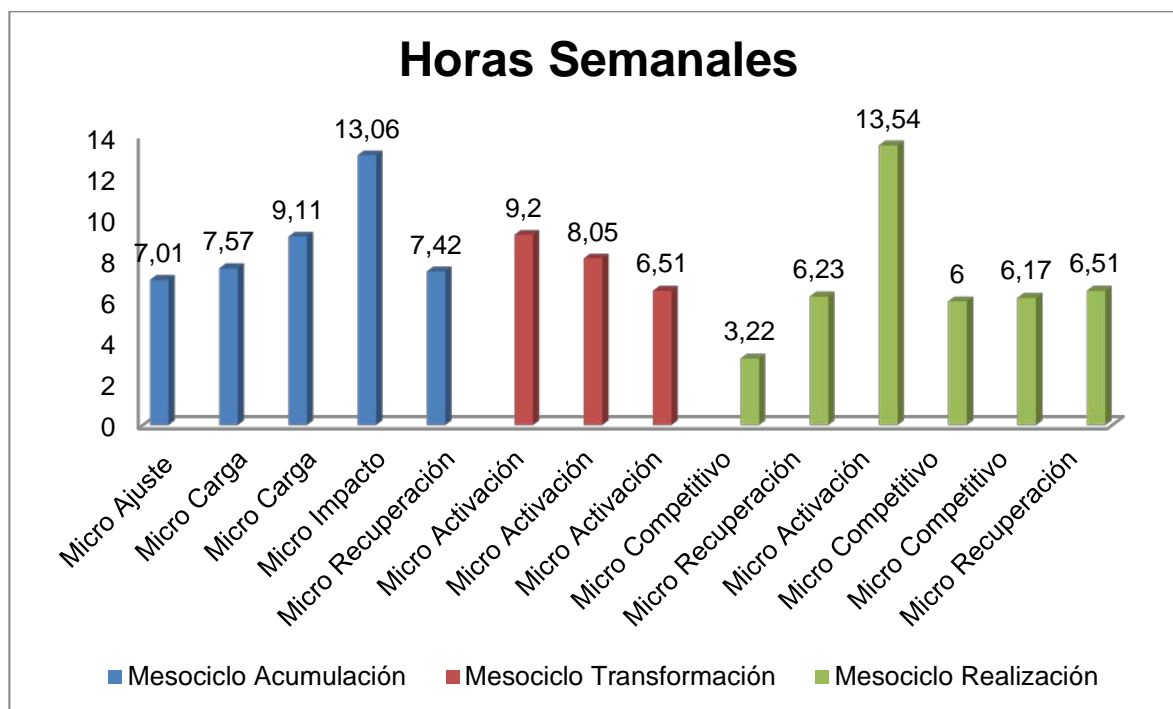


Figura 13. Horas semanales según microciclos del Sujeto 2.

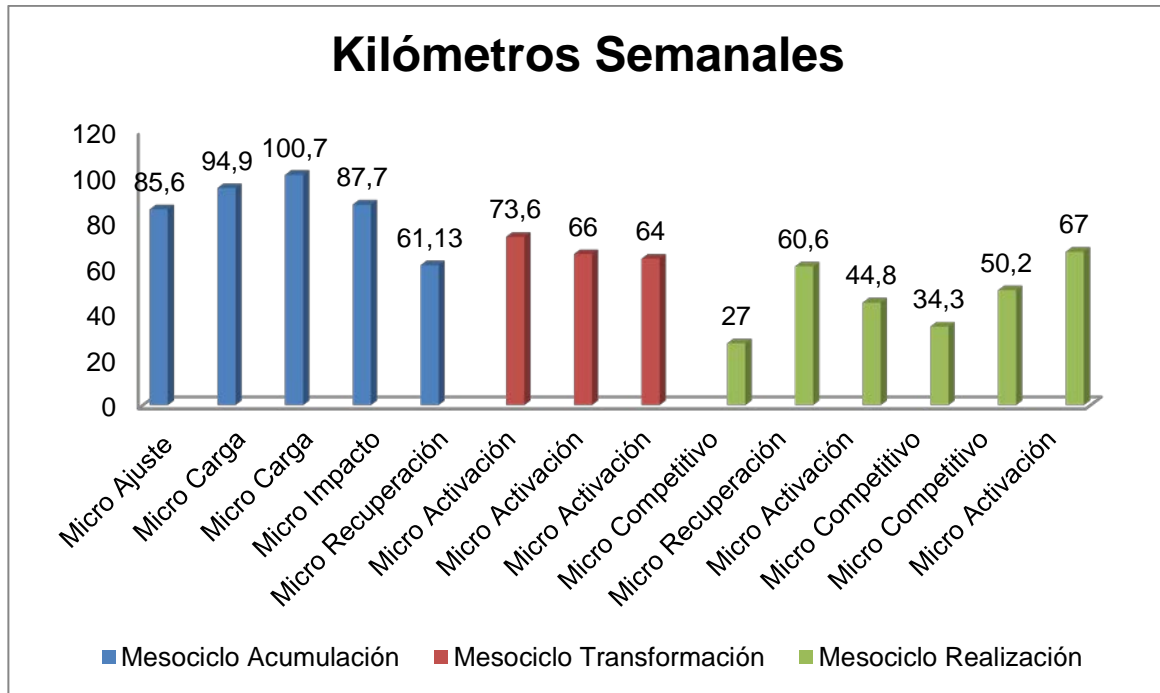


Figura 14. Kilómetros semanales según microciclos del Sujeto 2.

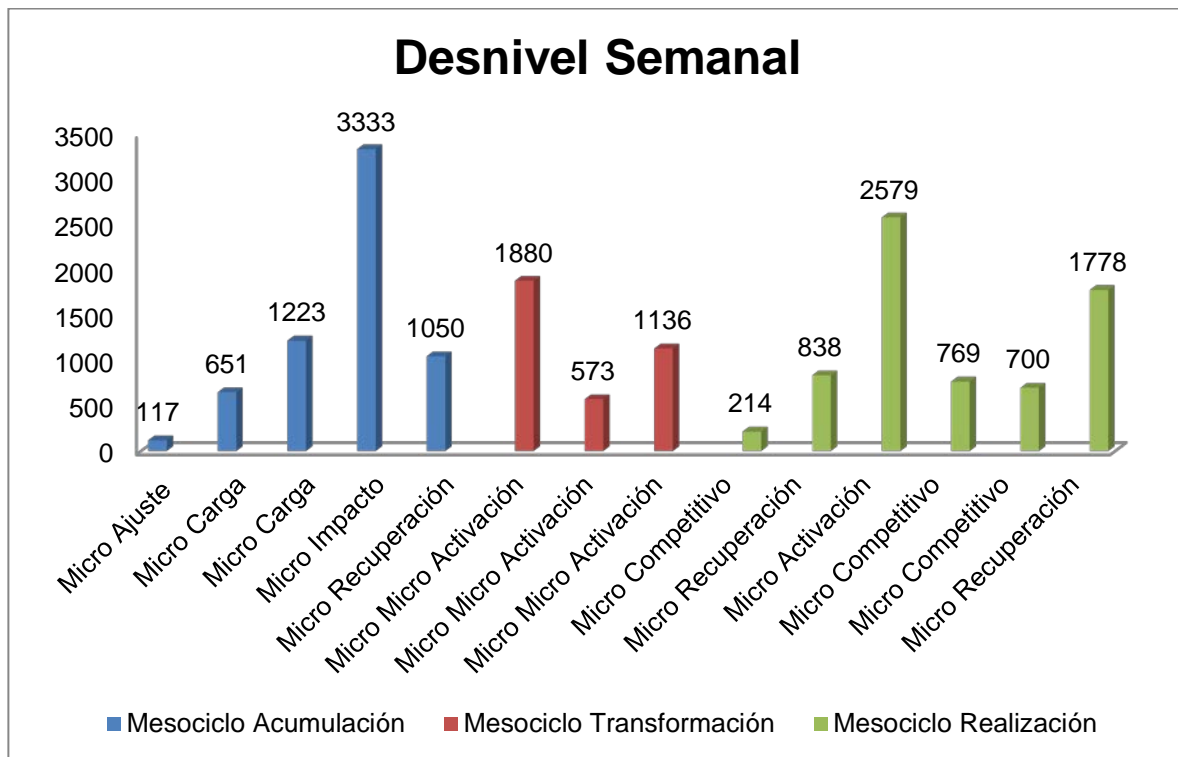


Figura 15. Desnivel positivo acumulado semanal (metros) según microciclos del Sujeto 2.

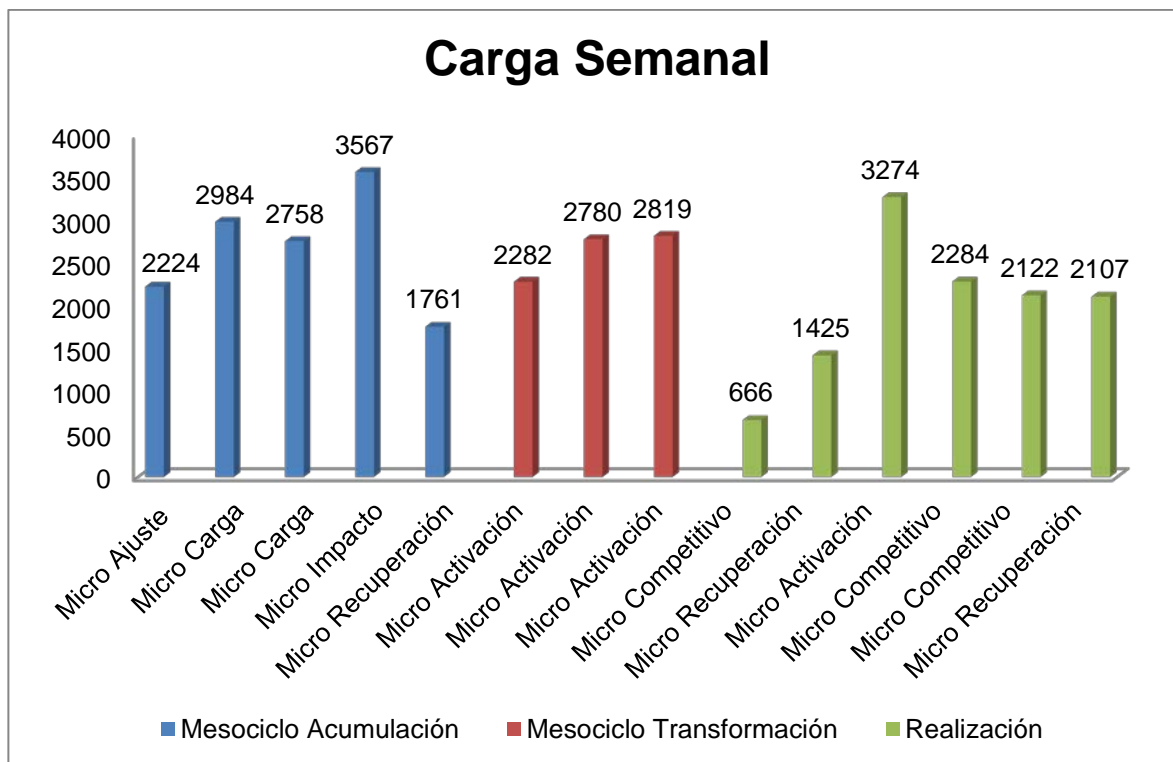


Figura 16. Carga semanal (unidades arbitrarias) según microciclos del Sujeto 2.

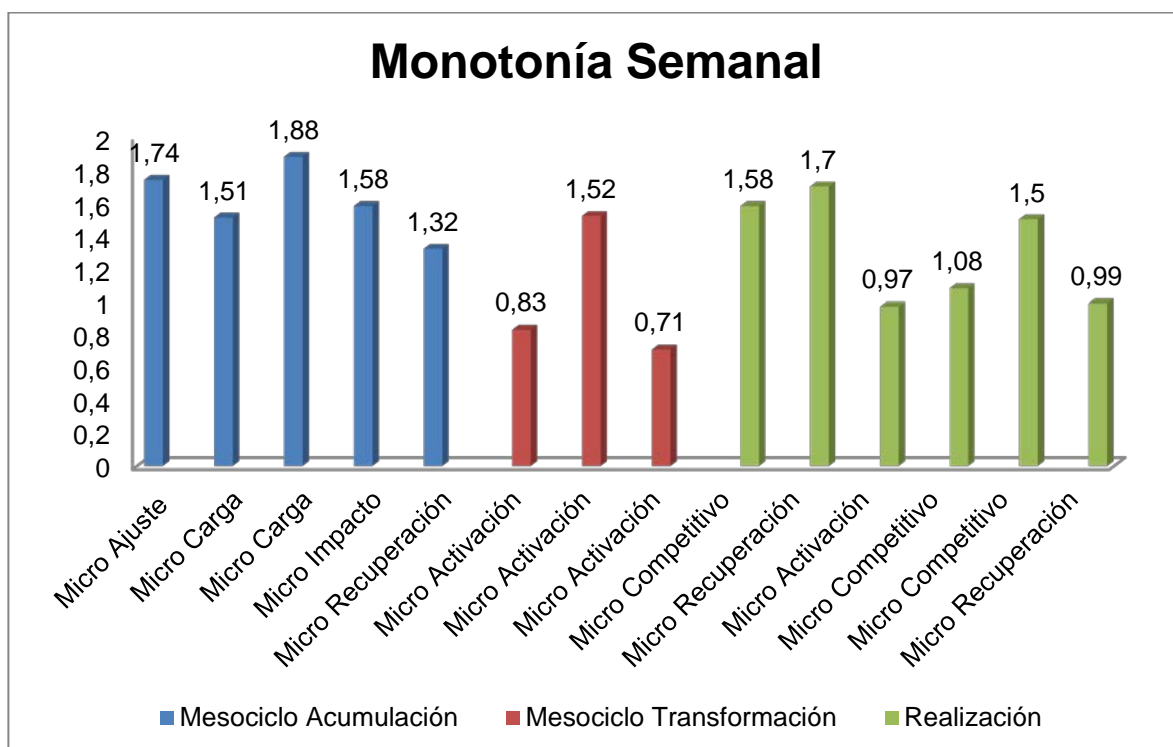


Figura 17. Monotonía semanal según microciclos del Sujeto 2.

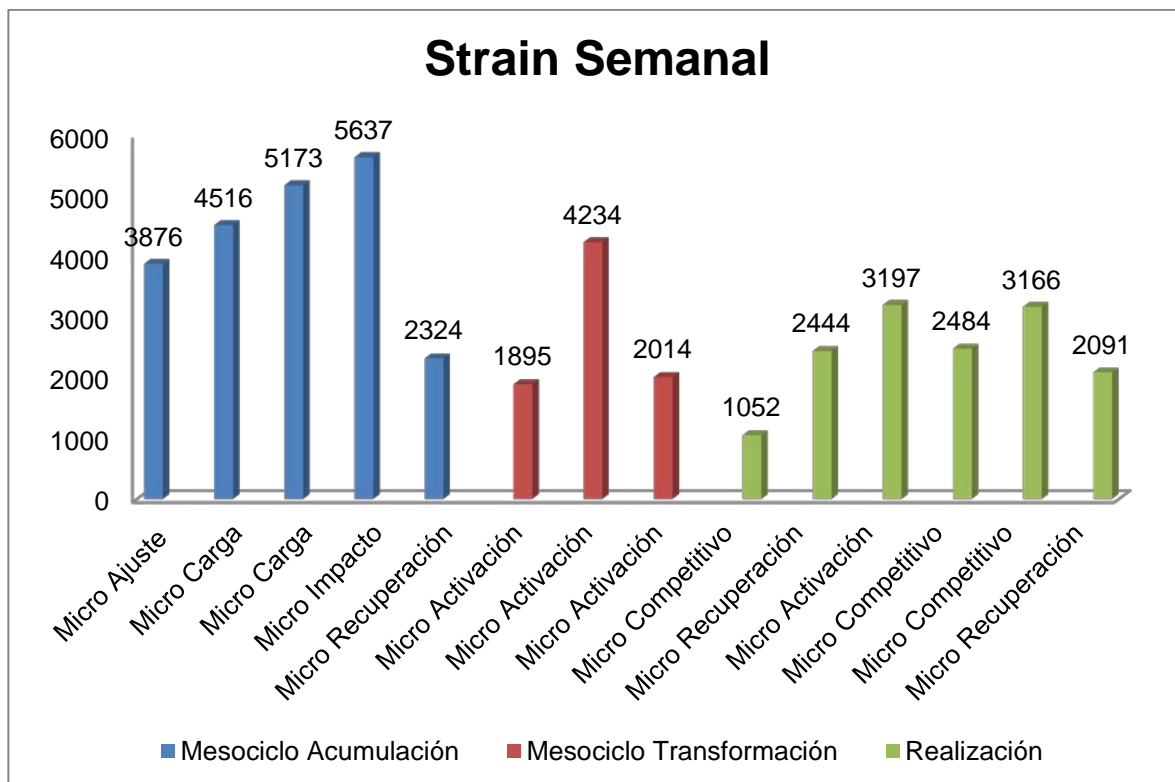


Figura 18. Strain semanal según microciclos del Sujeto 2.

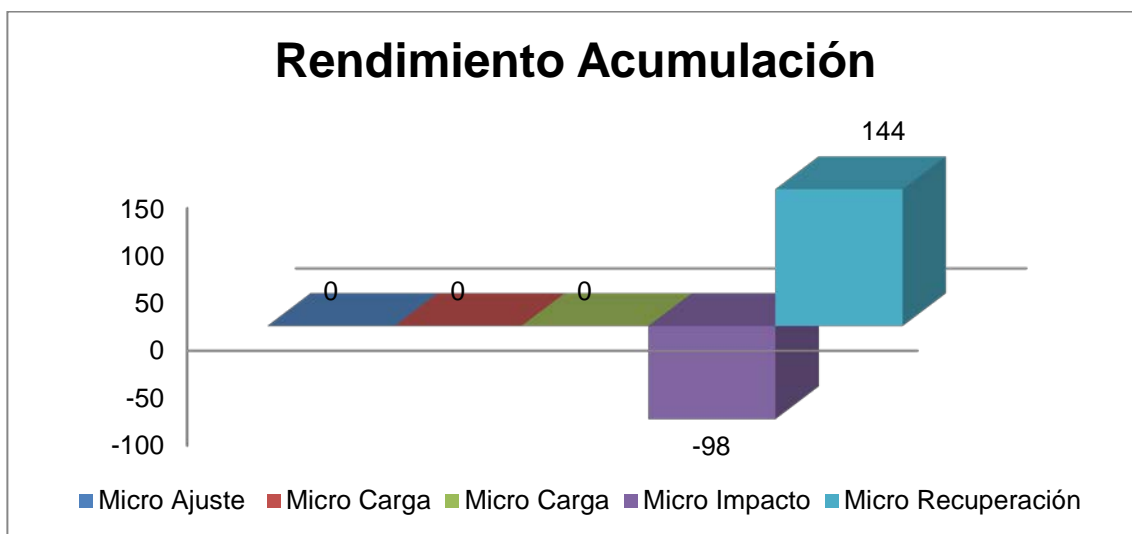


Figura 19. Rendimiento semanal según microciclos de acumulación del Sujeto 2.

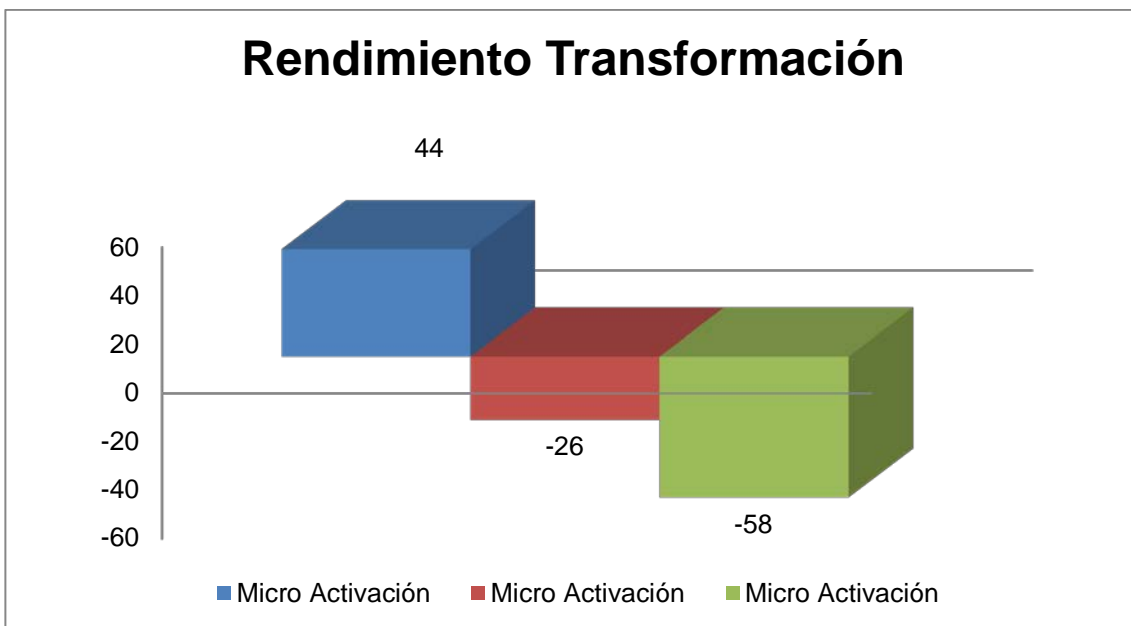


Figura 20. Rendimiento semanal según microciclos de transformación del Sujeto 2.

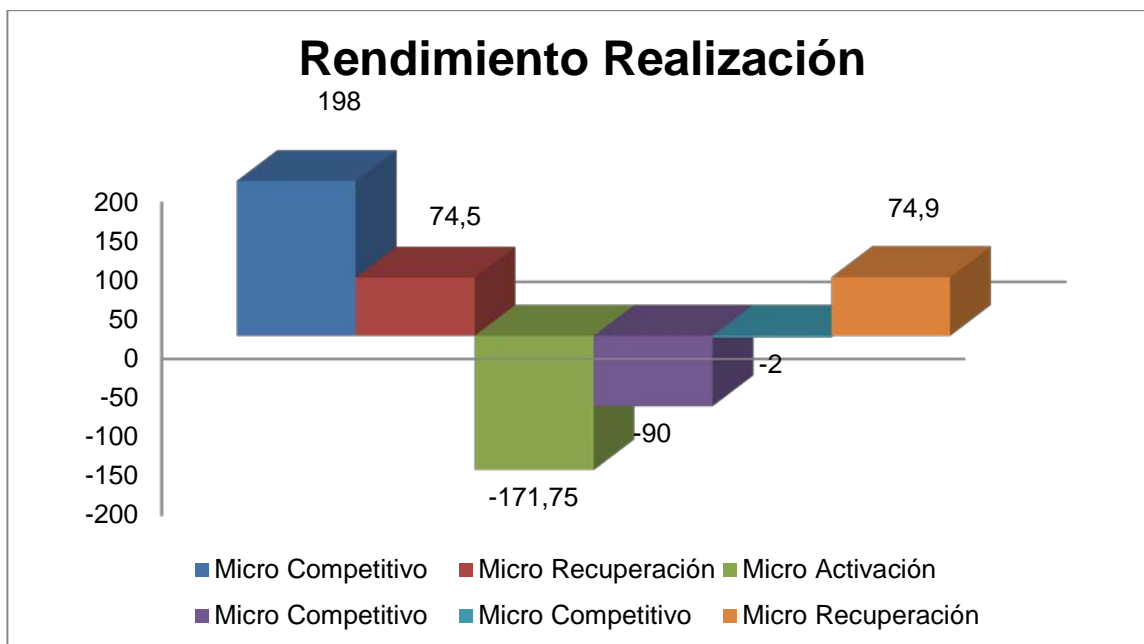


Figura 21. Rendimiento semanal según microciclos de realización del Sujeto 2.

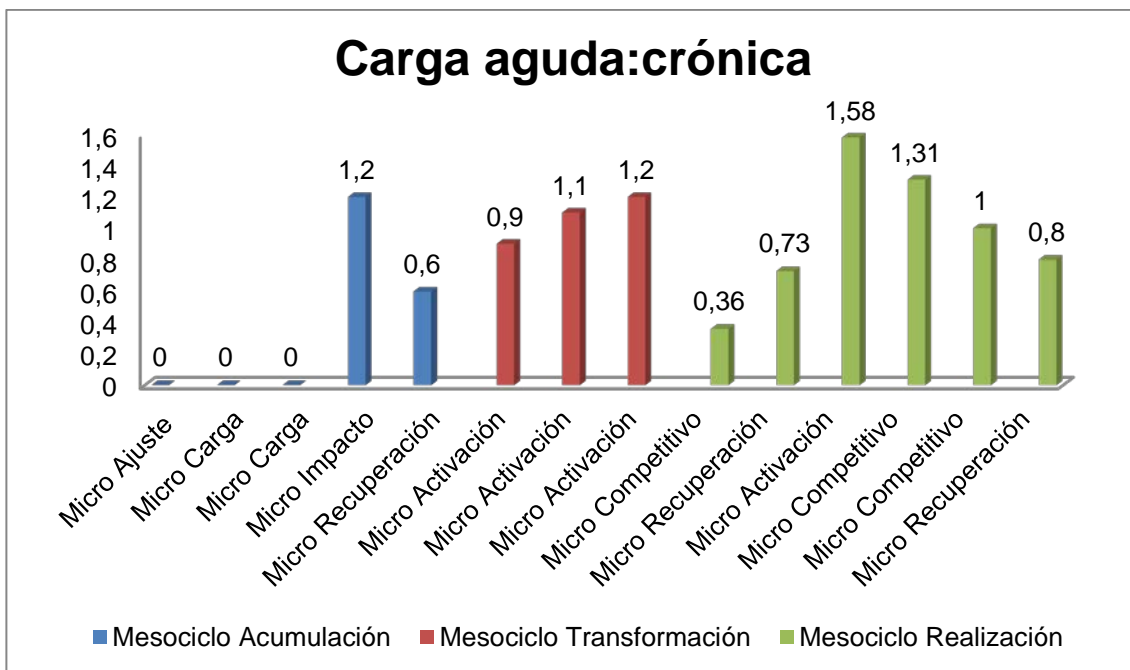


Figura 22. Relación de carga aguda:crónica semanal según microciclos del Sujeto 2.

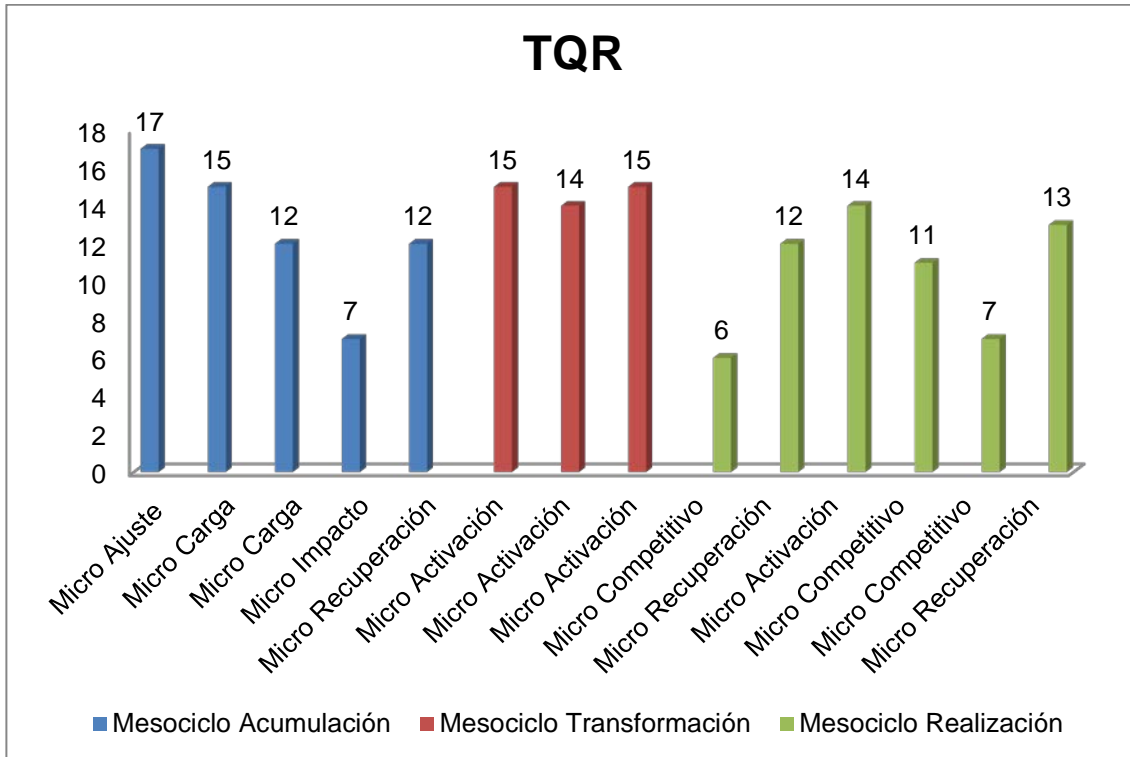


Figura 23. Recuperación semanal según microciclos del Sujeto 2.

5. DISCUSIÓN

Sujeto 1

Haciendo un análisis de los resultados de cada microciclo obtenidos por el sujeto 1 podemos observar que dentro del mesociclo de acumulación, las horas semanales, la carga semanal y el strain semanal experimentan un crecimiento progresivo conforme avanza el mesociclo, alcanzando picos de 17.6 horas, 4057 UA de carga semanal y 4561 UA de Strain y los datos más bajos en el microciclo posterior correspondiente a un microciclo de recuperación con 9,25 horas, 1922 UA de carga semanal y 1936 UA de Strain.

En relación a estas tres variables, podemos destacar que en el cuestionario TQR (Total Quality Recovery), los resultados obtenidos siguen un evolución progresiva en descenso, es decir, inversamente proporcional a los datos obtenidos en horas, carga y strain semanales, de tal manera que tenemos una recuperación de 14 en el primer microciclo de ajuste y ésta va descendiendo hasta un valor de 10 en el microciclo de impacto, recuperando de nuevo a 14 en el microciclo posterior de recuperación, por lo que se puede deducir que la deportista ha respondido bien tanto al microciclo de recuperación como a los microciclos de carga y de impacto.

La monotonía se encuentra en valores óptimos a lo largo de toda la planificación ya que la alcanzada en cada microciclo no supera el valor de 2, a partir del cual se considera que puede haber sobreentrenamiento (Foster, 1997).

La relación entre la carga aguda:crónica tampoco supera en ninguno de los microciclos el valor a partir del cual se considera que puede haber riesgo de lesión, siendo éste de 1.35 (Gabbet et al., 2016).

Siguiendo con el mesociclo de transformación, observamos un descenso considerable de las horas semanales de entrenamiento debido a un aumento de la intensidad y la participación en competiciones preparatorias, y que se puede apreciar en los valores tanto de carga de los tres microciclos de activación, alcanzando los 2545 UA, 2165 UA y 2847 UA respectivamente, como en los valores de Strain, siendo de 1920 UA, 1708 UA y 2502 UA respectivamente, con 7.4, 6.3 y 9.6 horas de entrenamiento realizadas en cada uno de ellos, no llegando a superar en ninguno de ellos a las horas de entrenamiento en los microciclos del mesociclo de acumulación.

Los valores obtenidos en la relación entre la carga aguda:crónica están dentro de la zona óptima de adaptaciones.

La recuperación presenta los valores más altos registrados dentro de los tres mesociclos, ya que a pesar del aumento de la exigencia de los entrenamientos en cuanto a intensidad, hay un descenso considerable en las horas semanales.

En cuanto a la monotonía, el Sujeto presenta los valores más bajos de los tres mesociclos, estando comprendidos entre 0.70 UA y 0.90 UA, y que se alejan de aquellos valores a partir de los cuales puede haber riesgo de lesión.

Por último, analizando la variable de rendimiento, que en este mesociclo sí que nos interesa debido a la participación en competiciones o test preparatorios, podemos determinar, haciendo una comparación entre los valores de rendimiento obtenidos y los resultados en dichas competiciones o tests, que los valores de 66 UA y 73 UA obtenidos en el primer y segundo microciclo, pueden considerarse como óptimos debido a las buenas sensaciones transmitidas por el Sujeto en la realización del test preparatorio del primer microciclo y la participación en la primera prueba de la copa España de KV en el segundo, que como se ha comentado anteriormente, la enfocamos de tal manera que fuese preparatoria para las demás competiciones oficiales, y donde el Sujeto consiguió un segundo puesto dentro de su categoría y con un feedback recibido en el cual se transmitió las buenas sensaciones durante toda la prueba y la sensación de haber podido dar un poco más. En el siguiente y último microciclo de activación, se realizó el mismo test que en el primer microciclo y las sensaciones fueron similares al primero, incluso mejorando los tiempos de éste y obteniendo un valor negativo de rendimiento de -68 UA.

Finalizando con el mesociclo de realización, las horas semanales se mantienen similares a las obtenidas en el mesociclo de activación, exceptuando el último microciclo donde se obtuvieron 12.2 horas debido a que está calculado sobre 8 días por haber sido la competición anterior en sábado. En la carga semanal se ha obtenido el valor mínimo de los tres mesociclos en el primer microciclo competitivo, siendo de 1055 UA, así como el valor más bajo en Strain (1367 UA) y un valor de rendimiento de 139 UA, que ha coincidido con un resultado por debajo de lo esperado en la primera competición objetivo que era el Campeonato de España de KV. El feedback recibido por el Sujeto fue de completo vacío momentos antes de realizar la prueba, tal vez debido a una carga de entrenamiento insuficiente, aunque también existen motivos ajenos al entrenamiento que podrían estar entre los causantes de dichas sensaciones, como fue la estrategia nutricional seguida, tal y como comentó la deportista.

Siguiendo con el siguiente microciclo de recuperación, es necesario comentar que el último día del mismo se decidió correr una carrera a nivel autonómico y en la cual la deportista, con unas sensaciones inmejorables según el feedback recibido, consiguió la primera posición

dentro de su categoría, así como la primera en la general femenina. Los valores obtenidos para este microciclo fueron de 8.5 horas semanales, una monotonía de 1.47 UA, siendo la más alta alcanzada aunque con una carga semanal baja de 2102 UA, un Strain de 3107 UA y un valor de rendimiento de -2.5 UA. En cuanto al ratio de carga aguda:crónica, se mantuvo dentro del rango óptimo (1 UA) y la recuperación fue de las más bajas, con un valor de 10, precisamente debido a que la competición fue en domingo y la valoración de la recuperación se hizo por la mañana, al día siguiente.

El siguiente microciclo competitivo, el Sujeto realizó la segunda prueba de la Copa de España de KV, obteniendo un primer puesto dentro de su categoría y con diferencia significativa con respecto a la segunda clasificada. Las sensaciones recibidas fueron de haber competido sin dar el máximo, obteniendo una RPE de 8, siendo lo normal en las competiciones valores de 9.5 y 10. Los valores de esta semana son muy similares a los de la semana anterior, con una carga semanal de 2093 UA y un Strain de 2838 UA. El valor en rendimiento obtenido es también negativo, de -45 UA.

El último microciclo competitivo, donde se participó en el Campeonato de España en Línea, prueba que, en un principio, no estaba como objetivo debido a la lesión de la deportista que solo le permitía realizar actividades con poco impacto como es el KV, pero que se decidió incluir debido a la evolución positiva de la lesión. El resultado obtenido fue una tercera posición con unas sensaciones muy buenas durante los dos tercios de la carrera y con una bajada considerable del rendimiento en el último tercio debido a un fuerte aumento de las temperaturas y de la humedad. Los datos obtenidos son muy elevados en todas las variables debido a que el cálculo se ha hecho sobre 8 días, debido, como ya se ha comentado con anterioridad, a que la competición previa fue en sábado y el Campeonato se realizó en domingo. Como dato destacable se puede observar que el rendimiento sigue la misma evolución que el de las dos semanas previas, también con competición y que alcanza un valor de -223 UA.

Debido a la existencia en la literatura de registros de valores de carga correspondientes a deportistas de resistencia y de alto nivel competitivo, hemos considerado interesante realizar una comparativa entre esos valores y los obtenidos del sujeto 1. Así pues, se sabe que corredores sub-élite soportan cargas semanales en períodos preparatorios del entrenamiento de 400 UA, corredores africanos de élite de 800 UA, esquiadores de fondo de élite junior de 800 UA, triatletas de ultradistancia de 1000 UA (Foster, Hoyos, Earnest y Lucía, 2004) y ciclistas profesionales de 1000 a 1500 UA (Rodríguez-Marroyo, Villa, García-López y Foster, 2012), todos ellos basados en la frecuencia cardíaca. Nuestro sujeto, y a través de una necesaria conversión de los TRIMP obtenidos mediante la percepción del

esfuerzo en TRIMP basados en la frecuencia cardíaca, tenemos que éste ha soportado en los dos microciclos de carga y el microciclo de impacto valores de 866 UA, 990 UA y 1142 UA respectivamente, por lo que se puede observar que mantiene unos niveles de carga del entrenamiento propios de deportistas de resistencia de alto nivel.

Sujeto 2

En el caso del sujeto 2, dentro del mesociclo de acumulación y al igual que ocurre con el sujeto 1, las horas semanales y el Strain experimentan un crecimiento progresivo hasta el microciclo de mayor carga como es el microciclo de impacto, en la cuarta semana. Además de estas dos variables, los kilómetros semanales y el desnivel positivo acumulado semanal también presentan la misma evolución, llegando a picos en el microciclo de impacto de 87,7 km con 3333 metros de desnivel positivo, 13 horas, una carga de 3567 UA y un Strain de 5637 UA y valores de carga semanal en los microciclos de carga de 2984 UA y 2758 UA. En cuanto al riesgo de lesión presentando en este microciclo, el valor más alto sería de 1.2 UA para el microciclo de impacto, por lo que estaría dentro de los rangos óptimos de adaptación. La recuperación, a través del cuestionario TQR, presenta unos valores inversamente proporcionales a las primeras variables comentadas, de tal manera que es en el primer microciclo de ajuste donde el sujeto tiene el valor más alto de recuperación, siendo de 17, y conforme avanzan los microciclos de carga va descendiendo hasta un valor de 7 correspondiente al microciclo de impacto, siendo la recuperación de 12 en el microciclo posterior de recuperación, deduciendo que igual habría sido necesario un mayor período de recuperación o la aplicación de una carga inferior.

No obstante, y dentro del mesociclo de transformación, donde el deportista ha realizado competiciones preparatorias para las competiciones objetivo, éste ha obtenido valores buenos de recuperación en los tres microciclos, siendo de 15, 14 y 15, respectivamente y que van en consonancia con los resultados obtenidos en las mismas, obteniendo un 2º puesto absoluto en la competición del primer microciclo y un 1º puesto absoluto en la competición del segundo microciclo. Los valores más relevantes obtenidos dentro de este mesociclo han sido los del kilometraje semanal, comprendido entre 60 y 75 km en los tres microciclos, una cargas semanales en los tres microciclos de 2282 UA, 2780 UA y 2819 UA respectivamente. Los valores de rendimiento obtenidos en los microciclos con competiciones son de 44 UA y de -26 UA, para la primera y la segunda competición, no pudiendo establecer una relación lógica ya que en ambas el resultado fue favorable y los valores son muy dispares.

La monotonía se encuentra en valores óptimos a lo largo de toda la planificación ya que la alcanzada en cada microciclo no supera el valor de 2, a partir del cual se considera que puede haber sobreentrenamiento (Foster, 1997).

La relación entre la carga aguda:crónica tampoco supera en ninguno de los mesociclos el valor a partir del cual se considera que puede haber riesgo de lesión, siendo éste de 1.35 (Gabbet et al., 2016).

En cuanto al mesociclo de realización, a destacar el resultado de la competición objetivo que tuvo lugar en el primer microciclo, obteniendo un 1º puesto absoluto y con una ventaja considerable con respecto al segundo clasificado. Los valores obtenidos más destacables previos a la competición fueron de 3.2 horas, 27 kilómetros, 214 metros de desnivel positivo acumulado, una carga de 666 UA, un Strain de 1052 UA y, por último, un valor de rendimiento de 198 UA.

El siguiente microciclo competitivo también estuvo acompañado de un buen resultado, obteniendo un 2º puesto absoluto a pocos segundos del primer clasificado. La carga del microciclo previo al día de la competición fue de 2284 UA, obteniendo un valor de rendimiento de -90 UA.

Por último, el microciclo competitivo restante concentró una competición con un gran nivel tanto nacional como internacional y el puesto conseguido fue el 12º, superando las expectativas y con unas sensaciones por parte del deportista inmejorables según el feedback recibido. A destacar que las horas semanales previas al día de la competición y la carga semanal son muy similares a las obtenidas en el microciclo competitivo anterior, con 6.17 horas y 2122 UA respectivamente. El valor en rendimiento, también sigue un descenso negativo pero mucho menos acentuado, siendo de -2 UA.

En cuanto a la comparativa de carga soportada por el sujeto con los valores de carga que aparecen en la literatura de diferentes deportistas de alto nivel, tenemos que el sujeto ha soportado en los microciclos de carga y el microciclo de impacto valores de 646 UA, 852 UA y 1009 UA respectivamente, afirmando también, al igual que con el sujeto 1, que se encuentra dentro de los valores soportados por un deportista de resistencia de alto nivel.

6. CONCLUSIONES Y APLICACIONES PRÁCTICAS

Después de haber realizado el análisis y posterior comentario de los resultados obtenidos de los dos sujetos, y considerando que los resultados en las competiciones han sido favorables y los deportistas no han sufrido ninguna lesión a lo largo de la planificación, así como una correcta asimilación de las cargas a lo largo de los microciclos, podemos concluir que los valores obtenidos en las diferentes variables estudiadas han sido de gran aplicación práctica para continuar con el proceso de planificación en dichos deportistas.

Es necesario añadir que los valores obtenidos de un deportista no son extrapolables a otro deportista, ya que cada uno tiene una tolerancia al ejercicio diferente y no sería lógico aplicar las mismas cargas de entrenamiento a deportistas distintos. De ahí la necesidad de tomar las referencias dentro de los valores obtenidos por cada uno de ellos y continuar con la metodología utilizando dichas referencias para avanzar en el proceso de planificación del entrenamiento, pudiendo ver así la evolución del deportista a lo largo de su carrera deportiva.

Aquellos valores que han tenido una mayor aplicación práctica han sido la carga semanal, el nivel de recuperación pos microciclo y la monotonía, ya que mediante una relación entre ellos ha sido posible sacar conclusiones relevantes en el proceso de entrenamiento tales como el nivel de fatiga presentado por el deportista o si la carga soportada estaba dentro de los rangos óptimos para no entrar en condiciones de sobreentrenamiento que habrían dificultado el correcto progreso a lo largo de todo el proceso.

Haciendo un análisis más detallado en cada sujeto, podemos concluir que para el sujeto 1:

- Valores de carga semanales comprendidos entre 3000 UA y 4000 UA y un volumen de entre 10 a 18 horas semanales pueden ser suficientes para provocar el estímulo buscado dentro de un mesociclo de acumulación, sin alcanzar valores que puedan indicarnos un posible sobreentrenamiento o de un riesgo de lesión.
- Valores de carga semanales de 1900 UA pueden ser los adecuados dentro de un microciclo de recuperación para asegurar una correcta supercompensación del deportista.
- Valores de carga semanales comprendidos entre 2000 UA y 3000 UA y un volumen de entre 6 a 10 horas semanales pueden ser suficientes para provocar el estímulo buscado dentro de un mesociclo de transformación, asegurando una recuperación comprendida entre 14 y 15 que permita al deportista entrenar sesiones de intensidad de la manera más recuperada posible.

- Valores de carga semanales cercanos a 2000 UA y un volumen de entre 5 a 8 horas semanales podrían ser los óptimos para preparar al deportista en un mesociclo de realización.

En cuanto al sujeto 2, las conclusiones extraídas son las siguientes:

- Valores de carga semanales comprendidos entre 2500 UA y un volumen de 7 a 13 horas semanales pueden ser suficientes para provocar el estímulo buscado dentro de un mesociclo de acumulación, sin alcanzar valores que puedan advertirnos de un posible sobreentrenamiento o de un riesgo de lesión.
- Valores de carga semanales de 1700 UA pueden ser los adecuados dentro de un microciclo de recuperación para asegurar una correcta supercompensación del deportista.
- Valores de carga semanales comprendidos entre 2200 UA y 2800 UA y un volumen de entre 5 a 9 horas semanales pueden ser suficientes para provocar el estímulo buscado dentro de un mesociclo de transformación, asegurando una recuperación comprendida entre 14 y 15 que permita al deportista entrenar sesiones de intensidad de la manera más recuperada posible.
- Valores de carga semanales cercanos a 2000 UA y un volumen de entre 5 a 8 horas semanales podrían ser los óptimos para preparar al deportista en un mesociclo de realización.
- Valores de carga semanales de entre 600 UA y 700 UA y un volumen de entre 3 y 4 horas semanales pueden ser los adecuados para la preparación del deportista a la primera competición después de la finalización del mesociclo de transformación, siendo de 2000 UA y de 6 horas semanales para competiciones posteriores dentro de microciclos de activación.

Los valores obtenidos de cada deportista van a servir, por tanto, como referencias para futuras planificaciones que se realicen, de tal manera que la obtención de rangos que se acerquen a los establecidos en este trabajo nos indicarán que se va en el buen camino dentro del proceso de entrenamiento pero también habrá que tener en cuenta la evolución del propio deportista y las adaptaciones futuras que consiga, pudiendo obtener valores diferentes y que habrá que interpretarlos de la misma manera que los iniciales.

7. VALORACIÓN PERSONAL Y REFLEXIÓN CRÍTICA

Mi valoración sobre la metodología aplicada en este trabajo es positiva. He aprendido en el master una herramienta nueva y su aplicación práctica me ha dado una manera más de interpretar la evolución del deportista a lo largo del proceso de entrenamiento, pudiendo realizar la planificación con una mayor exactitud por la gran cantidad de variables de carga interna que se controlan durante el proceso.

La monitorización del entrenamiento a través de la Sesión-RPE abre las puertas a una nueva manera de entender el entrenamiento en el que se priorice las sensaciones percibidas por el deportista y, a partir de ahí, como entrenador, realizar los ajustes necesarios para conseguir que llegue en el mejor momento de forma posible a la competición. Atrás quedan las planificaciones rígidas que a menudo ignoran al deportista y se basan simplemente en la aplicación de un método de entrenamiento para dar paso a una nueva manera de entender el entrenamiento, concibiéndolo en su estado más simple, como es la aplicación de un estímulo con su correspondiente adaptación, estímulo cuyo volumen, densidad, frecuencia e intensidad lo decide el entrenador pero siempre escuchando al deportista y realizando las modificaciones pertinentes para que la dosis sea siempre la adecuada y que sea acorde con el momento de la temporada en el que nos encontremos y el tipo de adaptación al ejercicio que se pretenda buscar.

La monitorización del entrenamiento utilizando el método de cuantificación basado en la percepción del esfuerzo, hoy por hoy, tiene pocos estudios que traten con deportistas de resistencia y ninguno que trate con el deporte practicado por los sujetos del presente trabajo, las carreras por montaña.

Esta modalidad deportiva, en la cual España es actualmente campeona del Mundo, tanto en masculino como en femenino, se está extendiendo de manera exponencial en nuestro país y dentro del mundo amateur, por lo que nuevos estudios científicos que aborden el proceso de entrenamiento a través de la aplicación de esta metodología de cuantificación serían de gran interés de cara al futuro para profundizar más aún en este método y obtener resultados que permitan optimizar el entrenamiento dentro de un deporte aparentemente nuevo y del cual se sabe todavía poco.

8. REFERENCIAS

- Balsalobre-Fernández, C., Tejero-González, C. M., y del Campo-Vecino, J. (2015). Seasonal strength performance and its relationship with training load on elite runners. *Journal of Sports Science and Medicine*, 14, 9-15. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>
- Bärtsch, P., y Gibbs, S. R. (2007). Effect of altitude on the heart and the lungs. *Circulation*, 116(19), 2191-202. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.106.650796.
- Borresen, J., y Lambert M. I. (2008). Quantifying training load: a comparison of subjective and objective methods. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 3, 16-30. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>
- Borresen, J., y Lambert, M. I. (2009). The quantification of training load, the training response and the effect on performance. *Sports Medicine*, 39(9), 779-795. doi: 10.2165/11317780-000000000-00000.
- Christen, J., Foster, C., Porcari, P. J., y Mikat, P. R. (2016). Temporal robustness of the Session RPE. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(8), 1088-1093. doi: 10.1123/ijsp.2015-0438.
- Definición del trail running. (2018). *International Trail Running Association*. ITRA. Recuperado de https://itra.run/page/259/Definicion_del_trail.html
- Edwards, S. (1993). High performance training and racing. En: *The Heart Rate Monitor Book* (pp. 113–123). Sacramento, CA: Feet Fleet Press.
- Esteve-Lanao, J., San Juan, A. F., Earnest, C. P., Foster, C., y Lucia, A. (2005). How do endurance runners actually train? Relationship with competition performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37(3), 496-504. doi: 10.1249/01.mss.0000155393.78744.86.
- Foster, C. (1997). Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30(7), 1164-8.
- Foster, C. (2015). In quest of the unified field theory of exercise training. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(1), 1-2. Doi: 10.1123/IJSPP.2014-0542.
- Foster, C., Daines, E., Hector, L., Snyder, A. C., y Welsh, R. (1996). Athletic performance in relation to training load. *Wisconsin Medical Journal*, 95(6), 370-4.
- Foster, C., Florhaug, J. A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L. A., Parker, S.,...Dodge, C. (2001). A new approach to monitoring exercise training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(1), 109-15.

- Foster, C., Hoyos, J., Earnest, C., y Lucia, A. (2004). Regulation of energy expenditure during prolonged athletic competition. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37(4), 670-5. doi: 10.1249/01.MSS.0000158183.64465.BF
- Foster, C., Rodríguez-Marroyo, J. A., y de Koning, J. J. (2017). Monitoring training loads: The Past, the Present, and the Future. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12, 22-28. doi: 10.1123/ijsp.2016-0388.
- Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Coutts, A. J., Sassi, A., y Marcora, S. M. (2004). Use of RPE-based training load in soccer. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(6), 1042-7.
- Kenneally, M., Casado, A., y Santos-Concejero, J. (2017). The effect of periodisation and training intensity distribution on middle- and long-distance running performance: A systematic review. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 28, 1-26. doi: 10.1123/ijsp.2017-0327.
- Kenttä, G., y Hassmén, P. (1998). Overtraining and Recovery. *Sports Medicine*, 26(1), 1-16.
- Knechtle, B., Baumgartner, S., Knechtle, P., Rüst, C. A., Rosemann, T., y Bescós, R. (2012). Changes in single skinfold thickness in 100 km ultramarathoners. *Open Access Journal of Sports Medicine*, 3, 147-157. doi: 10.2147/OAJSM.S37035.
- Lucia, A., Hoyos, J., Santalla, A., Earnest, C., y Chicharro, J. L. (2003). Tour de France versus Vuelta a España: which is harder? *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35 (5): 872-8.
- Malone, S., Owen, A., Newton M., Mendes, B., y Collins, K. D., y Gabbet, T. J. (2016). The acute:chronic workload ratio in relation to injury risk in professional soccer. *Journal Science of Medicine Sport*. doi: 10.1016/j.jsams.2016.10.014
- Meeusen, R., Duclos, M., Foster, C., Fry, A., Gleeson, M., Nieman, D., y Urhausen, A. (2013). Prevention, diagnosis, and treatment of the overtraining syndrome: joint consensus statement of the European College of Sport Science and the American College of Sports Medicine. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 45(1), 186-205.
- Millet, G. Y., Lepers, R., Maffiuletti, N. A., Babault, N., Martin, V., y Lattier, G. (2001). Alterations of neuromuscular function after an ultramarathon. *Journal of Applied Physiology*, 92, 486-492.
- Minganti, C., Capranica, L., Meeusen, R., Amici, S., y Placentini, M. F. (2010). The validity of session-rating of perceived exertion method for quantifying training load in teamgym. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(11), 3063-8. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181cc26b9.

- Morton, R. H., Fitz-Clarke, J. R., y Banister, E. W. (1990). Modeling human performance in running. *Journal of Applied Physiology*, 69, 1171–1177. doi: 10.1152/jappl.1990.69.3.1171
- Ramos-Campo, D. J., Ávila-Gandía, V., Alacid, F., Soto-Méndez, F., Alcaraz, P. E., López-Román, F. J., y Rubio-Arias, J. A. (2016). Muscle damage, physiological changes and energy balance in ultra-endurance mountain event athletes. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, 41(8), 872-878. doi: 10.1139/apnm-2016-0093.
- Rodríguez-Marroyo, J. A., Medina, J., García-López, J., García-Tormo, J. V., y Foster, C. (2014). Correspondence between training load executed by volleyball players and the one observed by coaches. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(6), 1588-1594. doi: 10.1519/JSC.0000000000000324.
- Rodríguez-Marroyo, J. A., Villa, G., García-López, J., y Foster, C. (2012). Comparison of heart rate and session rating of perceived exertion methods of defining exercise load in cyclists. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(8), 2249-57. doi: 10.1519/JSC.0b013e31823a4233.
- Seiler, S. (2010). What is best practice for training intensity and duration distribution in endurance athletes? *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 5, 276-291. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>
- Schmidt Easthope, C., Hauswirth, C., Louis, J., Lepers, R., Vercruyssen, F., y Brisswalter, J. (2010). Effects of a trail running competition on muscular performance and efficiency in well-trained young and master athletes. *European Journal of Applied Physiology*, 110, 1107-1116. doi: 10.1007/s00421-010-1597-1.
- Sweet, T. W., Foster, C., Mcguigan, M. R., y Brice, G. (2004). Quantitation of resistance training using the session rating of perceived exertion method. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(4), 796-802. doi: 10.1519/14153.1
- Valdivielso, F. N. (1998). La estructura convencional de planificación del entrenamiento versus la estructura contemporánea. *Revista de Actualización en Ciencias del Deporte*, nº17.