

Planificación dietético-nutricional para una prueba de mountain bike de XCO: estudio de caso

Nutritional planning for an XCO mountain bike event: Case study

*Lars Fernández Rodríguez, **Javier Olaya-Cuartero, *José Miguel Martínez-Sanz

*Universidad de Alicante (España), **Universidad Isabel I (España)

Resumen. El cross country es una modalidad del ciclismo de mountain bike (MTB), cuyas competiciones se caracterizan por dar un determinado número de vueltas a un circuito con una distancia desde 6-9km hasta 40-200km. En estos eventos, es importante planificar una estrategia dietético-nutricional para mitigar la aparición de resultados adversos relacionados con la nutrición. El objetivo de este estudio fue realizar la planificación dietético-nutricional de un ciclista de MTB que disputa una competición de cross country. El ciclista es un varón de 27 años ($VO_{2max}=74.46 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$; PAM=420W; altura=1.81m; peso=78.6kg; % masa grasa=9.47, sumatorio de pliegues=61.9mm) con 3 años de experiencia en el entrenamiento y competición de pruebas MTB a nivel regional. La intervención tuvo lugar en el gabinete Alinua de la Universidad de Alicante, cuya finalidad fue mejorar la composición corporal y elaborar una programación dietético-nutricional para disputar una carrera de MTB el 23-2-2020 en la provincia de Alicante. La intervención incluía las recomendaciones para deportistas de resistencia y se dividió en un periodo de preparación, periodo de 3 semanas previas a la carrera y periodo competitivo. El participante realizó satisfactoriamente la prueba, se adhirió a la planificación, y no manifestó ningún problema. Para un ciclista, afrontar un evento de estas características con éxito requiere de un asesoramiento teórico-práctico y una programación dietético-nutricional de manera individualizada que trate de contribuir nutricionalmente antes, durante y después de la práctica del ejercicio, así como aminorar la posible aparición de contratiempos que puedan poner en riesgo el rendimiento y la salud.

Palabras clave: Ciclismo, Cross Country, Planificación nutricional, Suplementos nutricionales.

Abstract. Cross Country is a modality of mountain bike cycling (MTB), whose competitions are characterized by giving a certain number of laps to a circuit with a distance from 6-9km to 40-200km. In these events, it is important to plan a dietetic-nutritional strategy to mitigate the appearance of nutrition-related adverse outcomes. The purpose of the study was to plan the dietetic-nutritional planning of a MTB cyclist who competes in a Cross Country competition. The cyclist is a 27-year-old male ($VO_{2max}=74.46 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$; MAP=420W; height=1.81m; weight=78.6kg; % fat mass=9.47; sum of 8 skinfolds=61.9mm) with 3 years of experience in training and competing in MTB events at a regional level. The intervention took place in the Alinua cabinet of the University of Alicante, whose purpose was to improve the body composition and to elaborate a dietetic-nutritional program to dispute a MTB race on 23-2-2020 in the province of Alicante. The intervention included the recommendations for endurance athletes and was divided into a preparation period, a period of 3 weeks before the race and a competitive period. Finally, the participant successfully completed the race according to the planning and did not manifest any problems. For a cyclist, facing an event of these characteristics successfully requires theoretical-practical advice and dietary-nutritional programming in an individualized way that tries to contribute at a nutritional level before, during and after physical exercise, as well as to reduce the possible appearance of setbacks that may jeopardize performance and health.

Keywords: Cycling, Cross Country, Nutritional Planning, Nutritional Supplements.

Introducción

La Unión Ciclista Internacional (UCI) categorizó tres tipos de eventos para el ciclismo de montaña por su nombre en inglés como *mountain bike* (MTB) o bicicleta todo terreno (BTT): competiciones de *cross country* (XC) (ahora conocidas como *cross country olympic*, XCO), carreras en descenso y competiciones por etapas. Un even-

to de XC consiste en efectuar un número determinado de vueltas a un circuito de BBT que debe contener rutas y señales en el bosque, caminos que atraviesen el campo, terrenos rocosos o de tierra, e incluir terrenos que posean ascensos y descensos. La distancia media de una vuelta del circuito está entre los 6 y los 9 km, con una altura media de ascenso de aproximadamente 1500m (Impellizzeri & Marcora, 2007).

Entre los tipos de sesiones de entrenamiento que realizan los ciclistas se encuentran largas carreras, esprines, intervalos y fuerza (Ryan, 2016). Las pruebas

de XC en BTT requieren una exigencia metabólica cuyas principales vías son el sistema oxidativo de manera predominante de manera alterna con el sistema glucolítico en situaciones donde se requiere mayor intensidad, como ocurre durante los ascensos (Stapelheldt et al., 2004). Las competiciones de XC requieren mayor tasa de producción de energía aeróbica y son consideradas actividades de alta intensidad constituidas por su esfuerzo intermitente (Stapelheldt et al., 2004).

Desde un punto de vista fisiológico, uno de los principales objetivos a mejorar en la preparación de los ciclistas de montaña es el segundo umbral ventilatorio (VT2), cuya intensidad ha sido ampliamente estudiada en la literatura científica debido a su importancia (Pallarés et al., 2016; Pallarés & Morán-Navarro, 2012). Además, debido a la intermitencia característica de los deportes de montaña, también es importante el desarrollo del consumo máximo de oxígeno (VO_{2max}) y la potencia mecánica medida en vatios (W) asociada al momento al que se llega a esta intensidad, o potencia aeróbica máxima (PAM) (Cardona, Cejuela, & Esteve-Lanao, 2019). El consumo máximo de oxígeno (VO_{2max}) es un valor que indica la función compuesta por los sistemas cardiovascular, respiratorio y muscular durante el ejercicio, y es crucial para establecer el rendimiento de resistencia (Impellizzeri & Marcora, 2007). En la literatura, se han establecido valores de VO_{2max} de $>70 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ como requerimiento previo para desenvolverse en competiciones de XC de alto nivel (Impellizzeri & Marcora, 2007).

Desde un punto de vista nutricional, las competiciones de BBT requieren de la capacidad para oxidar la grasa a mayor nivel y preservar el uso de glucógeno para optimizar el rendimiento (Jeukendrup, 2011). En deportes de resistencia, poseer una gran capacidad para oxidar hidratos de carbono (HC) es un elemento primordial para el rendimiento, así como lo es también, la capacidad de optimizar los HC como efecto de una mayor capacidad para utilizar la grasa (González-Haro et al., 2007). La práctica habitual de ejercicio a intensidades bajas y/o moderadas mejora la movilización de triglicéridos intramusculares y la oxidación de grasa subcutánea. En general, los atletas presentan una tasa de oxidación de grasa más baja a intensidades bajas y altas en comparación con intensidades moderadas. Por otra parte, la tasa máxima de oxidación de la grasa dependerá a su vez de la intensidad interindividual de cada deportista (González-Haro et al., 2007).

La oxidación de carbohidratos y grasas durante el ejercicio puede variar en función de la intensidad re-

querida por la actividad y la adaptación particular de cada deportista (Barrero et al., 2014). Llevar a cabo una nutrición adecuada es primordial en la práctica del ciclismo ya que esta ejerce un papel crucial, debido a que durante el transcurso de los entrenamientos se origina la depleción cerca del total de los depósitos energéticos, haciendo decisiva la fase de recuperación, una parte esencial del rendimiento (Benito & Calvos, 2013).

La importancia de la nutrición en el rendimiento deportivo y la recuperación se ha verificado durante los últimos diez años, sobre todo el papel de los carbohidratos (Beck et al., 2015; Thomas et al., 2016). La práctica de ejercicio a altas intensidades conlleva que los carbohidratos sean el primordial sustrato energético, así que un agotamiento del glucógeno se considera un factor limitante trascendental del rendimiento deportivo (Mata et al., 2019).

Uno de los eventos deportivos de XC que suelen disputar ciclistas españoles a nivel regional es el *Trofeo BTT Villajoyosa* que tiene lugar en la localidad alicantina, es una prueba que tiene un recorrido de 30 km distribuidos en 5 vueltas; cuyos tramos son de 6 km cada una. El inicio de la prueba tuvo lugar a las 12:00 horas del 23 de abril de 2020. La prueba se caracteriza por la dificultad técnica que presentan las distintas zonas del circuito. La organización de la prueba solo presenta un avituallamiento en la línea de meta, por lo que la realización de un plan dietético-nutricional individualizado se hace imprescindible para garantizar el aporte de energía, la hidratación y el rendimiento, tratando de evitar la aparición de posibles efectos adversos (Burke et al., 2018). El objetivo principal de este estudio es realizar una planificación dietético-nutricional de un ciclista de mountain bike para afrontar una carrera de cross country y mejorar la composición corporal.

Material y método

Se trata de un estudio cuasi experimental de carácter prospectivo, concretamente un estudio de caso. La investigación se realizó en las instalaciones del Gabinete de Alimentación y Nutrición de la Universidad de Alicante.

La muestra está compuesta por un ciclista participante de pruebas de BTT a nivel regional y nacional. El muestreo fue no probabilístico y se efectuó por conveniencia.

El primer paso fue contactar con el ciclista y su entrenador para informarles acerca de la investigación. Una vez admitida la propuesta, se estableció contacto

con el ciclista y el entrenador para explicarles la finalidad del estudio y las pruebas a realizar. Al ciclista se le ofreció la oportunidad de participar voluntariamente en el estudio explicándole detalladamente los objetivos de éste y el procedimiento a seguir, así como la posibilidad de abandonarlo en cualquier momento.

Criterios de selección

Criterios de inclusión:

- Ser mayor de edad (>18 años).
- Participar actualmente en pruebas de BTT.
- Aceptar voluntariamente la participación en el estudio y firmar el consentimiento informado.

Criterios de exclusión:

- Estar lesionado al inicio de la pretemporada.
- Rehúsar de participar en el estudio y no firmar el consentimiento informado.

Información del deportista

Varón español de 27 años ($VO_{2max} = 74.46 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, PAM=420W, altura = 1.81m, peso = 78.6 kg, % masa grasa = 9.47, sumatorio de pliegues = 61.9 mm), participante de pruebas de BTT a nivel regional en categoría élite (de 24 a 29 años) y también a nivel nacional. El ciclista acude al Gabinete de Alimentación y Nutrición de la Universidad de Alicante (ALINUA) con el propósito de mejorar la composición corporal y planificar la estrategia dietético-nutricional para afrontar la prueba de BTT el 23-2-2020 en Villajoyosa (Alicante). El ciclista fue informado y dio su consentimiento de acuerdo con la declaración de Helsinki 2013 (American Medical Association, 2013) para la realización de la planificación e intervención dietético-nutricional autorizada por el comité de ética de la Universidad de Alicante (UA-2020-05-01).

Hallazgos clínicos y evaluación diagnóstica

Aunque no presenta patologías cardiorrespiratorias ni ha sido intervenido previamente quirúrgicamente, en 2017 fue diagnosticado de alergia a profilinas y proteínas transportadoras de lípidos (LTPs), que se encuentran en alimentos como el plátano, melocotón, kiwi, cacahuetes, mostaza y tomate crudo (Bellido-Linares, 2019), por lo que se tendrá en cuenta a la hora de la elaboración de la dieta, no obstante; no entraña ningún problema para la investigación.

Trabaja de ganadero, cuya jornada laboral es de 6 horas de lunes a sábado. En relación con la práctica deportiva, el tiempo medio de la práctica de ciclismo es de 12-16 horas semanales en bici (según intensidad) y 1

hora de entrenamiento de fuerza semanal. Las tardes y el domingo por la mañana son los días designados para los entrenamientos.

Para la determinación de las zonas de entrenamiento y a modo de evaluación inicial el ciclista realizó un test mediante un protocolo incremental en rampa hasta el agotamiento empezando a 50W incrementando 5W cada 12 segundos (Muñoz et al., 2014). El participante utilizó su propia bicicleta, quitando la rueda de atrás y montando la bicicleta en el rodillo Hammer direct drive trainer (CycleOps, Madison, USA). El test fue realizado utilizando el analizador de gases PNOE previamente calibrado con el aire ambiente de acuerdo con las instrucciones del fabricante (ENDO Medical, Palo Alto, CA). A pesar de la novedad de este nuevo dispositivo, su validez y fiabilidad ya han sido previamente estudiadas (Tsekouras et al., 2019). Las siguientes variables fueron medidas durante el test: consumo de oxígeno (VO_2), ventilación (VE), equivalentes ventilatorios de oxígeno (VE/VO_2) y dióxido de carbono (VE/VCO_2), y presión parcial de oxígeno ($PETO_2$) y dióxido de carbono ($PETCO_2$).

Tres criterios fueron utilizados para determinar esta prueba como máxima: determinación de la meseta del VO_2 , definida como un incremento de menos de $1.5 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, índice de intercambio respiratorio (RER) superior a 1.1 y una frecuencia cardíaca máxima superior al 95% de la máxima relacionada con la edad (Doherty et al., 2003). El consumo máximo de oxígeno (VO_{2max}) fue registrado como el valor más alto de VO_2 obtenido en cualquier periodo continuo de 1 minuto. La Potencia Aeróbica Máxima (PAM) fue registrada como el promedio de los últimos 5 escalones de 12 segundos (1 minuto) asociados al momento en el que se llega al VO_{2max} . El primer umbral ventilatorio (VT1) se determinó basándose en el criterio de un incremento tanto del VE/VO_2 y $PETO_2$ sin incremento en VE/VCO_2 ; mientras el segundo umbral ventilatorio (VT2) fue determinado usando el criterio de un incremento tanto en VE/VO_2 como en VE/VCO_2 y un decrecimiento en $PETCO_2$. Dos observadores independientes identificaron el VT1 y VT2. En caso de desacuerdo se requirió la opinión de un tercer investigador (Doherty et

Tabla 1.
Datos descriptivos del sujeto a diferentes intensidades.

Intensidad Fisiológica	Potencia absoluta (W)	Potencia relativa (W/Kg)	%PAM	FC (ppm)	%FC max	VO_2 ($\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$)	$\%VO_{2max}$
VT1	190	2.42	45.24	138	71.88	41.9	56.27
VT2	350	4.45	83.33	177	92.19	66.2	88.91
PAM	420	5.34	100	192	100	74.46	100

VT1, Umbral Ventilatorio 1. VT2, Umbral Ventilatorio 2. PAM, Potencia Aeróbica Máxima. W, Vatios. FC, Frecuencia cardíaca. Ppm, Pulsaciones por minuto. VO_2 , Consumo de Oxígeno. VO_{2max} , Consumo máximo de Oxígeno

al., 2003). La Frecuencia Cardíaca (FC) fue continuamente monitorizada durante el test usando radiotelemedría (Polar Electro®, Finlandia). La potencia asociada a los umbrales ventilatorios (VT) fue registrada como el promedio de cada escalón del test (12 segundos).

Después de analizar los datos obtenidos en el test de rendimiento se realizó la evaluación del perfil fisiológico del deportista y de las zonas de entrenamiento y competición para poder aplicar el principio de individualización del entrenamiento. En una primera reunión entrenador-deportista se acordó seguir compitiendo en la misma modalidad de pruebas de años anteriores. Por lo tanto, se realizó una determinación de los factores del rendimiento similar a temporadas anteriores identificando la intensidad cercana al VT2 como factor del rendimiento más determinante. El modelo de periodización de la temporada fue tradicional, formada por un periodo preparatorio general (8 semanas), un periodo preparatorio específico (7 semanas) y un periodo competitivo (4 semanas). Los objetivos fisiológicos principales para desarrollar en cada periodo fueron el VT1 en el periodo preparatorio general, el VT2 durante el periodo preparatorio específico, y VO_{2max} durante el periodo competitivo, para disputar en óptimas condiciones el Open BTT XCO-Villajoyosa. La cuantificación de la carga se llevó a cabo mediante el método *Training impulse* (TRIMPS) de Lucía (Lucía et al., 1999), una modificación del método original de TRIMPS de Bannister (1980) simplificado y reducido a 3 fases, con objeto de investigación de fase I por debajo del primer umbral, fase II entre umbrales y fase III por encima del segundo umbral. Este método basado en el incremento de la FC ha sido utilizado para comparar, por ejemplo, el estrés de una vuelta a España y del Tour de Francia. Del mismo modo, la planificación de la distribución de la intensidad del entrenamiento fue de un 80% en zona 1, 5% en zona 2, y 15% en zona 3, con porcentajes de la zona 1 mayores que la zona 3, y la zona 3 siempre mayores que la zona 2, de acuerdo con la tendencia de entrenamiento polarizada (Schumacher & Mueller, 2002; Treff et al., 2019).

Para la evaluación de los hábitos alimenticios, características de la modalidad deportiva, características del entrenamiento y valoración de la composición corporal, se congregó al ciclista en el Gabinete ALINUA. La fecha, el número y el trabajo realizado en cada sesión se detalla en la Tabla 2. Para la evaluación de los hábitos se le administró un registro dietético de 7 días previos a la primera entrevista. Al participante se le realizó una

entrevista estructurada para la recogida de los datos, en la que se podían encontrar datos de naturaleza general sobre el ciclista, datos del historial familiar y personal, historia clínica, historia dietética, tanto de aspectos cualitativos como cuantitativos y los datos de la historia deportiva. Todos estos datos recogidos, posteriormente fueron introducidos en el software Dietopro. En cuanto a la valoración antropométrica, se siguieron las normas y técnicas de medición del perfil restringido de la International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK) (Alvero Cruz et al., 2009). Además, se añadió el diámetro anteroposterior abdominal. Las medidas las realizó un antropometrista acreditado por la ISAK nivel II (Tabla 5), teniendo en cuenta el error técnico de medición (ETM) intraobservador, 5% para pliegues y 1% resto medidas (Esparza-Ros et al., 2019). Tal y como marca la norma, las medidas se efectuaron en el lado derecho del cuerpo del ciclista en dirección cefalico-caudal empleando material acreditado y previamente calibrado. Las variables se registraron empleando el software Microsoft Excel.

Cronograma

El cronograma de trabajo desarrollado durante la intervención dietético-nutricional con el ciclista se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2.

Días y sesiones establecidas con el ciclista y trabajo elaborado en cada una de las sesiones realizadas.

Fecha	Cita	Trabajo elaborado en cada sesión
21 de noviembre de 2019 (80 días BTT Almansa) 94 días Open de la Comunidad Valenciana BBT-XC, La Vila Joiosa)	1ª sesión (presencial)	- Entrevista dietético-nutricional - Valoración de la composición corporal (Bioimpedancia y antropometría).
11 de diciembre de 2019 (60 días BTT Almansa) 74 días Open de la Comunidad Valenciana BBT-XC, La Vila Joiosa)	2ª sesión (online)	- Entrega de la planificación nutricional de la dieta y de los entrenamientos.
16 de enero de 2020 (24 días BTT Almansa) 38 días Open de la Comunidad Valenciana BBT-XC, La Vila Joiosa)	3ª sesión (presencial)	- Valoración de la composición corporal (Bioimpedancia y antropometría).
31 de enero de 2020 (9 días BTT Almansa) 23 días Open de la Comunidad Valenciana BBT-XC, La Vila Joiosa)	4ª sesión (online)	- Entrega y explicaciones sobre la planificación de la prueba de BTT Almansa (09/02/2020).
10 de febrero de 2020 (13 días Open de la Comunidad Valenciana BBT-XC, La Vila Joiosa)	5ª sesión (online)	- Valoración de las sensaciones del día de la competición BTT Almansa, la planificación en sí, los resultados y las posibles dificultades encontradas.
19 de febrero de 2020 (4 días Open de la Comunidad Valenciana BBT-XC, La Vila Joiosa)	6ª sesión (presencial)	- Valoración de la composición corporal (Bioimpedancia y antropometría). - Definir estrategias del Open de la Comunidad Valenciana BBT-XC, La Vila Joiosa (23/02/2020).
20 de febrero de 2020 (3 días Open de la Comunidad Valenciana BBT-XC, La Vila Joiosa)	7ª sesión (online)	- Entrega y explicaciones sobre la planificación del Open de la Comunidad Valenciana BBT-XC, La Vila Joiosa (23/02/2020).
24 de febrero de 2020	8ª sesión (online)	- Valoración de las sensaciones del día de la competición, la planificación en sí, los resultados y las posibles dificultades encontradas.

Intervención terapéutica

La planificación dietético-nutricional se asentó en 3 fases: periodo de preparación, periodo previo a la prue-

ba y periodo competitivo. Para cada una de las fases se siguieron las recomendaciones nutricionales para deportistas de resistencia con la finalidad de asegurar un aporte de energía y nutrientes para alcanzar los objetivos perseguidos y adaptado al entrenamiento y la competición (Forbes et al., 2020; Kerksick et al., 2018). Asimismo, para el cálculo de los requerimientos energéticos del entrenamiento de fuerza como para el de ciclismo, se aplicaron las unidades de medidas conocidas como «Equivalentes Metabólicos» (METs) (Ainsworth et al., 2011) (Tabla 3). Se estableció una dieta basal que se aplicó en los tres periodos, aportando 2300kcal, se proporcionó una media de 296g de hidratos de carbono (3.8g/kg/día), 146 g de proteína (1.8g/kg/día) y 58g de lípidos (0.7g/kg/día) para crear un déficit diario de entre 300-500 kcal diarias en función de la actividad semanal. De esta manera, se ideó una planificación nutricional, que cubriera todas las necesidades energéticas e hídricas durante y posterior al entrenamiento del ciclista (Forbes et al., 2020; Mata et al., 2019), en la cual se empleó el uso de los suplementos que el ciclista utilizaba. El gasto energético de los requerimientos energéticos durante y posterior de la práctica deportiva era de 1400 kcal/día a la semana de media en el primer periodo, 1200 kcal/día en el segundo periodo y 500 kcal/día para el periodo competitivo.

En el periodo de preparación, la finalidad fue lograr una mejora de la composición corporal donde disminuyera la masa grasa (MG) y se mantuviera la masa magra (MM). Además, se trató de mejorar los hábitos ali-

menticios, así como las necesidades energéticas e hídricas durante y posterior al entrenamiento. En el siguiente periodo, el previo a la prueba, además de seguir disminuyendo la MG y mantener la MM, se pretendió ver la respuesta del ciclista a una prueba que sirviera de simulacro (BTT Almansa) para la prueba objetivo (BTT Villajoyosa), además de probar la dieta de carga de HC el día previo a la prueba y valorar sus sensaciones a esta.

Por ende, esta dieta se probó una semana antes, ya que no había competición, tratando de simular las características, intensidad y volumen de trabajo que conllevaba este tipo de pruebas, para observar la respuesta a nivel gastrointestinal, pesadez, etc. Para la elaboración de esta se tuvieron en cuenta las recomendaciones de ingesta de macronutrientes para los días previos al evento deportivo, ya que estudios previos han coincidido en la idea del beneficio de usar una dieta con alto contenido en HC (≥ 7 g/kg) en el empleo de ejercicio de resistencia durante pruebas o entrenamientos en los que la intensidad requerida es alta (Mata et al., 2019).

Para la programación de la prueba, nos basamos en el tiempo ejecutado por el ciclista en la misma carrera el año anterior, este fue de 2:56:43 horas.

Mientras que para el periodo competitivo el objetivo fue diseñar una planificación dietético-nutricional para afrontar con éxito la finalización en la prueba de BTT de Villajoyosa. Se mantuvo la dieta basal inicial elaborada y se ideó una planificación nutricional, que cubriera todas las necesidades energéticas e hídricas durante y posterior al entrenamiento del ciclista (Forbes et al., 2020;

Tabla 3.

Recomendaciones dietético-nutricionales seguidas durante los 3 periodos de intervención.

	Periodo de preparación	Periodo de 3 semanas previas a la competición	Periodo competitivo
Duración	48 días	20 días	7 días
Dieta basal Kcal/día	2300 kcal/día	2300 kcal/día	2300 kcal/día
Hidratos de carbono	296g (3.8g/kg/día)	296g (3.8g/kg/día)	296g (3.8g/kg/día)
Proteínas	146 g (1.8g/kg/día)	146 g (1.8g/kg/día)	146 g (1.8g/kg/día)
Lípidos	58g (0.7 g/kg/día)	58g (0.7 g/kg/día)	58g (0.7 g/kg/día)
Media kcal entrenamiento semanal	1400 kilocalorías/día	1200 kilocalorías/día	500 kilocalorías/día
Consideraciones	<i>Durante el entrenamiento</i>	Beber cada 15-20 min entre 150- 250 ml de bebida isotónica que contenga entre 6-9% de combinación de distintos HC (glucosa, sacarosa, maltodextrina y fructosa) (Urdampilleta et al., 2013). Se necesita asegurar la toma de 0.5-0.7g de Na ⁺ /l (Urdampilleta et al., 2013)	
	<i>Después del entrenamiento</i>	Se recomendará ingerir, mínimo, un 150-200% de la pérdida de peso (mínimo: 1.5 l/kg peso perdido) en las primeras 6 horas post-ejercicio (para equilibrar las pérdidas por sudor y orina) con aporte de Na ⁺ entre 1-1.5g/l (Urdampilleta et al., 2013)	
Necesidades diarias estimadas totales	3700 kcal/día	3500 kilocalorías/día	2800 kilocalorías/día
Disponibilidad energética	31.7kcal / kg FFM	31.7kcal / kg FFM	31.7kcal / kg FFM
Dieta de carga	-	545g (7g/kg/día)	545g (7g/kg/día)
Hidratos de carbono	-	156 g (2g/kg/día)	156 g (2g/kg/día)
Proteínas	-	68g (0.9 g/kg/día)	68g (0.9 g/kg/día)
Lípidos	-	-	-
Día de la prueba	-	<i>Desayuno</i>	<i>Desayuno</i>
	-	462 kcal	462 kcal
	-	89g HC	89g HC
	-	15g Pr	15g Pr
	-	5g Lip	5g Lip
	-	4g Fibra	4g Fibra
	-	<i>30-60 minutos antes de la prueba</i>	<i>30-60 minutos antes de la prueba</i>
	-	250-500ml agua	250-500ml agua
	-	1 cápsula de cafeína anhidrida (100mg)	1 cápsula de cafeína anhidrida (100mg)
	-	-	<i>Almuerzo</i>
	-	-	403 kcal
	-	-	66g HC
	-	-	25g Pr
	-	-	4g Lip
	-	-	4g Fibra
Consumo medio de ingesta/hora/ durante la prueba.	-	227 kilocalorías 56.7g de hidratos de carbono 500 ml de agua 511 mg de sodio 85.3mg de cafeína	314.4 kilocalorías 78.6 g de hidratos de carbono 350 ml de agua 531 mg de sodio 96 mg de cafeína

FFM, Masa Libre de Grasa. Na⁺, Sodio. Kcal, Kilocalorías. HC, Hidratos de Carbono. Pr, Proteínas. Lip, Lípidos.

Mata et al., 2019), en la cual se empleó el uso de los suplementos que el ciclista utilizaba. El gel (energygel ®) y la bebida de reposición (Isodrink ®) eran de la marca Crown Sport Nutrition ®, mientras que el recuperador de la marca Science in sport ®. Respecto a la planificación de la suplementación con cafeína, y con el fin de probar tolerancia y observar los efectos ergogénicos, se aumentó la dosis de manera gradual, teniendo en cuenta la cafeína que aportaban los geles consumidos por el ciclista. El resultado medio del gasto energético entre la dieta basal y los requerimientos energéticos durante y posterior de la práctica deportiva oscilaba en una media de 2800 kcal. La dieta de carga y el desayuno previo que se estableció fue en similar a la elaborada para la prueba de ensayo.

Para saber lo que realmente había ingerido durante la duración de la prueba, al finalizar esta, comprobó y anotó la cantidad de líquido y suplementos consumidos.

Seguimiento y resultados

Periodo de preparación

El ciclista no encontró ningún problema para seguir con el menú establecido, el cual, se adaptó a sus necesidades energéticas y se realizaron modificaciones respecto a sus hábitos alimentarios (Anexo 1). Su sensación de saciedad los primeros días fue escasa, debido a la restricción calórica empleada, pero a los 5 días, manifestó sentirse saciado, enérgico y activo durante el transcurso del día. De acuerdo con la planificación nutricional para durante y después del entrenamiento, el ciclista lo manifestó como un acierto, porque con anterioridad, no solía consumir nada durante los entrenamientos. También indicó que disminuyó la aparición de la fatiga y afrontaba mejor los entrenamientos, pudiendo así exigirse más, para llevarlos a cabo. Asimismo, señaló que apreciaba mayor seguridad y confianza en él gracias a la planificación nutricional establecida para afrontar posibles retos futuros. Por último, comunicó no encontrar ninguna molestia gastrointestinal con las cantidades establecidas, lo cual fue un indicador fiable desde el cual partir para las fases siguientes.

Periodo de 3 semanas previas a la prueba

En cuanto a la dieta de carga el día previo a la prueba, las sensaciones fueron positivas, pese a ello, hubo una ligera sensación de hinchazón tras la ingesta, pero transcurrido el tiempo de digestión, las sensaciones de este eran de normalidad; no presentaba ni molestias gastrointestinales ni sensación de hinchazón. Respecto

al desayuno, como este no discrepaba mucho del tipo de desayunos incluidos en su alimentación habitual, no apreciaba ningún malestar ni problema gastrointestinal (Anexo 2).

El aporte nutricional para afrontar la prueba BTT de Almansa constaba de 680 kcal en forma de bebida de reposición (BR) y geles. Para que el ciclista estuviera al tanto y recordase cuándo y que debía ingerir durante el transcurso de la carrera, se diseñaron una serie de herramientas gráficas.

Al día siguiente, durante la entrevista online comentó que las sensaciones durante la prueba fueron plenas, al final de esta se sentía repleto de energía, y que no apreció problemas gastrointestinales ni concibió sensación de hinchazón o pesadez en ningún momento. Del mismo modo, comentó que ingirió toda la cantidad pautada, tanto la BR como la ingesta de geles. El tiempo empleado para finalizar la prueba fue de 2:46:31 con una Frecuencia Cardíaca Media de 162 ppm, respecto a la participación del año anterior.

Periodo competitivo

Fue confeccionada una planificación que contenía el aporte de suplementos y líquidos en forma de agua, BR y geles para aportar kcal, HC, líquidos, sodio y cafeína. Con esta planificación se evitaron ciertos problemas gastrointestinales e incomodidades generales. Para que el ciclista estuviera al tanto y recordase cuándo y que

Tabla 4.
Cronología de líquidos, alimentos y suplementos nutricionales del Trofeo BBT Villajoyosa del 23 de febrero de 2020.

Hora	Líquidos y/o Suplementos	Aporte nutricional	Recomendaciones
30-60 min antes de la carrera (11:00-11:30 horas)	1 cápsula de cafeína	100 mg de cafeína	Tomar con un poco de agua (200-400 ml)
Vuelta 1 (0-22 minutos).	-	-	-
Vuelta 2 (22-44 minutos).	1 energy gel	26.2 HC 236 mg Na Cafeína 64 mg	Tomar gel con un poco de bebida de reposición en el punto de "checkpoint" si es necesario.
Vuelta 3 (44-66 minutos).	BR (1.5 cazos) (48g) ½ energy gel 350 ml agua	52.4 g HC 472.2 mg Na Cafeína 32 mg 350 ml agua	Tomar en 1-2 tragos.
Vuelta 4 (1h y 6 min-1h y 28 minutos)	1 energy gel	26.2 HC 236 mg Na Cafeína 64 mg	Tomar gel con un poco de bebida de reposición en el punto de "checkpoint" si es necesario.
Vuelta 5 (1h y 28-1h y 50 minutos)	BR (1.5 cazos) (48g) ½ energy gel 350 ml agua	52.4 g HC 472.2 mg Na Cafeína 32 mg 350 ml agua	Tomar en 1-2 tragos.
30-60 minutos después de la carrera (comida)	Si comes fuera opta por opciones como pastas, arroces o patatas, y acompáñalo de alguna fuente de proteínas (carnes, pescados, huevos o legumbres), así como una pequeña ración de ensalada o verduras. También puedes comer algún bocadillo con algo de carne (pollo, lomo, pavo, etc).		Trata de beber después de la 1ª hora agua, cada hora al menos durante las 3 horas desde el final de la prueba. Intenta beber al menos 2 vasos cada 60 minutos.

HC, Hidratos de Carbono. Na⁺, Sodio.

debía ingerir durante el transcurso de la carrera, se diseñaron una serie de herramientas gráficas (Figura 1 y Tabla 4) y un documento para anotar la ingesta real realizada. El ciclista cumplimentó y envió este documento al equipo investigador tras finalizar la prueba.



Figura 1. Propuesta grafica de ingesta para afrontar el Trofeo BTT Villajoyosa 2020. HC, Hidratos de Carbono. Na⁺, Sodio.

El día después del transcurso de la prueba, se pactó la última cita para dicha planificación realizada. Para poder disertar y valorar las sensaciones experimentadas por el ciclista durante la competición tras el seguimiento de las pautas acordadas, se llevó a cabo una entrevista telemática, ya que por motivos laborales no pudo hacerse presencial. Los resultados de la prueba fueron positivos, ya que hizo un tiempo por debajo del estimado (1:48:03 respecto de las 2 horas consideradas).

En cuanto a las sensaciones durante la prueba, también fueron positivas, el ciclista manifestó al final de esta que se sentía repleto de energía, y que no apreció problemas gastrointestinales ni concibió sensación de hinchazón o pesadez en ningún momento. Respecto a la planificación pautaada comentó que ingirió las cantidades establecidas, tanto de la BR como de los geles. Añadiendo información de datos objetivos, cabe destacar que no se obtuvieron valores de potencia debido a que el ciclista solo disponía de potenciómetro en la bicicleta de carretera. Sin embargo, son añadidos los datos de FC de acuerdo a las zonas de entrenamiento previamente establecidas: 11 minutos entre umbrales (Zona 2) y 97 minutos por encima del segundo umbral (Zona 3), siendo la FC media de 173 ppm y la FC máxima de 191 ppm.

Composición corporal

Por último, cabe destacar; las valoraciones de la composición corporal a lo largo de la intervención dietético-nutricional. La Tabla 5 muestra los resultados de las diferentes valoraciones establecidas en las sesiones desde el 21 de noviembre de 2019 hasta el 20 de febrero

de 2020.

La pérdida de peso fue de 0.9 kg, reflejada en un descenso del sumatorio de los 8 pliegues cutáneos de 6.7 mm respecto al inicio (disminuyendo principalmente el pliegue abdominal en 2 mm, 1.3 mm el muslo, y 1.2 mm el supraespinal). Asimismo, entre las variaciones significativas de perímetros, cabe destacar una disminución de la cintura de 1.4 mm y del muslo de 2.4 mm. En cuanto al peso graso, se empezó con 7.45 kg, y se alcanzaron 6.55 kg. Además, el porcentaje de grasa inicial fue de 9.47% llegándose a alcanzar el 8.44%. Respecto al somatotipo, no se produjo una variación significativa de la somatocarta inicial (Mesomorfo balanceado), aunque fue acercándose ligeramente hacia el Ecto-Mesomorfo; aun así, sigue habiendo un claro predominio de la masa muscular y un bajo porcentaje de grasa.

Antes de la primera valoración antropométrica se realizó un mesociclo de adaptación (4 semanas) como comienzo de la temporada. De esta manera, se evitó tomar medidas después de un periodo de inactividad de tres semanas correspondiente al descanso entre la temporada previa y la actual.

Tabla 5. Progreso de las medidas antropométricas del ciclista.

Fecha/medida	21/11/2019	16/01/2020	20/02/2020
Peso (kg)	78.6	77.2	77.7
Talla (m)	1.81	1.81	1.81
Pliegues cutáneos (mm)			
Tricipital	6.6	6.7	6.9
Subescapular	8.4	8.2	7.8
Bicipital	3.4	3.2	2.5
Supracrestal	8.2	8.1	7.6
Supraespinal	7.0	7.0	5.6
Abdominal	14.1	13.7	12.1
Muslo frontal	7.9	7.9	6.7
Pierna medial	6.3	6.2	6
Sumatorio 8 pliegues	61.9	61	55.2
Perímetros (cm)			
Brazo relajado	29.9	29.8	29.3
Brazo contraído (flexión y tensión)	32.7	33.4	33.2
Muslo frontal	59.6	57.65	57.2
Pierna/Pantorrilla	38.1	37.7	37.55
Cintura	77.4	76	76
Abdominal	81.8	81	81.5
Cadera	98.9	97.9	98.5
Diámetros (cm)			
Humero	7.5	7.5	7.5
Muñeca	6.6	6.6	6.6
Fémur	10.4	10.4	10.4
Sagital Abdominal	17.7	17.1	19
Peso y porcentajes de la composición corporal			
Peso graso (Withers y cols., 1987)	7.45	7.21	6.55
% graso	9.47	9.34	8.44
Peso muscular (Lee, 2000)	34.94	34.28	33.81
% muscular	44.46	44.41	43.51
Peso óseo (Rocha)	14.43	14.43	14.43
% óseo	18.36	18.69	18.57
Peso residual	21.78	21.28	22.91
% Residual	27.71	27.56	29.49

Discusión

Los resultados muestran que el ciclista ejecuta las pautas nutricionales establecidas por el dietista-nutricionista deportivo del menú diario, dieta de carga y los entrenamientos establecidos sin problemas, no solo

de adherencia sino, también, de buena tolerancia y ausencia de molestias gastrointestinales, sensación de hinchazón, calambres o «pájaras». De esta manera, indicó que su rendimiento durante la prueba no se vio dañado como en otras pruebas. Algunos de los argumentos que exponen los beneficios de la planificación realizada, es que no se dieron infortunios (problemas mecánicos, condiciones ambientales, etc.) para que este no pudiera finalizar la competición en los tiempos pautados y para los cuales estaba establecida su planificación dietético-nutricional.

En el periodo de preparación, el gasto energético para cubrir las necesidades energéticas totales que supone tanto el entrenamiento diario como las actividades cotidianas del ciclista, se estimaron en base a las recomendaciones para deportistas de resistencia que entrenan entre 1-3 horas/día y cuya intensidad es moderada-alta. En el menú semanal se estableció una ingesta de 3.8 g/kg/día de media, la ingesta durante y después del entrenamiento oscila entre 3-4 g/kg/día, dependiendo de la duración y la intensidad del entrenamiento. Con lo que se logra alcanzar el cumplimiento teórico de los HC con un consumo medio de 7 g/kg/día durante este periodo (Mata et al., 2019). Algunas investigaciones indican que muchos atletas de resistencia, incluidos los ciclistas, no logran la ingesta mínima recomendada de HC de 6 g/kg de peso corporal, lo que conlleva un potencial impacto negativo en la recuperación y el rendimiento deportivo (Harrison et al., 2018; Masson & Benoît, 2016). Por otro lado, algunos estudios muestran que las recomendaciones dietéticas generales para atletas (5-7 g/kg de HC) son alcanzadas, incluso en periodos de entrenamiento o competitivos que exigen más demanda (7-10 g/kg de HC). No obstante, atletas individuales pueden requerir educación alimentaria y/o nutricional para lograr dichas recomendaciones.

En cuanto a las cantidades de HC, estas fueron aumentadas durante los días de entrenamiento cuya duración fue superior (>2 horas) o de mayor intensidad (>Z2) ya que se establecieron en base a las recomendaciones de alimentación e hidratación para deportistas durante y posterior al entrenamiento (Mata et al., 2019; Urdampilleta et al., 2013). En este caso práctico, fue esencial la inclusión de los HC en los entrenamientos acorde a las recomendaciones (Kerksick et al., 2018) para lograr una mejora del rendimiento.

El consumo de proteínas fue de 1.8 g/kg/día, cumpliendo con el aporte diario recomendado de proteínas en deportes de resistencia (Vitale & Getzin, 2019). Además, se priorizaba que después del entrenamiento

fuera de 0.4 g/kg de peso corporal junto al consumo de al menos entre 1-1.2 g/kg de peso corporal de HC, ya que esto facilita una mejor recuperación y mantiene una proporción de 3-4g de HC respecto a 1g de proteínas (Berardi et al., 2008; Buckley et al., 2010; Vitale & Getzin, 2019). La aportación de las grasas al menú fue de 0.7 g/kg/día. Se priorizó por una dieta baja en grasas, adecuada en proteínas y alta en HC. Algunas investigaciones han indicado que el seguimiento de una dieta cetogénica o alta en grasas no aporta mayores beneficios en la mejora del rendimiento y/o composición corporal (Burke et al., 2017; Harvey et al., 2019; Mujika, 2019).

Aunque el ciclista ya había seguido una pauta dietética personalizada con anterioridad y había consumido suplementos, estos no fueron pautados. Por ello, se estableció un uso racional y adecuado para conocer su tolerancia tanto a las dosis como a posibles molestias gastrointestinales (Jeukendrup, 2017; Waterman & Kapur, 2012).

En el periodo de 3 semanas previas a la prueba, en nuestra intervención nos decantamos por una estrategia donde se priorizara una alta ingesta de HC (>6 g/kg/día) para el menú junto a los requerimientos durante y posterior al ejercicio y 7 g/kg/día para la dieta de carga (Burke et al., 2018; Mata et al., 2019). El protocolo de carga se evaluó en esta fase para comprobar si era adecuado tanto a las preferencias como a la tolerancia del ciclista. Esta resultó satisfactoria tal y como muestran las sensaciones positivas reportadas por el ciclista al poder desarrollarla correctamente sin incidencias. Este aspecto es fundamental en toda periodización nutricional, ya que permite mejorar la adherencia de los deportistas a los protocolos nutricionales recomendados por la literatura científica, como garantizar la calidad de los entrenamientos o el éxito de las competiciones (Steinmuller et al., 2014).

Una de las limitaciones de este estudio es que no se han podido realizar distintas pruebas relacionadas con el rendimiento del deportista durante todo el periodo de intervención (entrenamiento y competición), sin embargo; este estudio es uno de los pocos que muestra la planificación nutricional y las sensaciones experimentadas en un deportista de resistencia durante un periodo de tiempo determinado. Además, el protocolo utilizado para la valoración del rendimiento también puede ser considerado como una limitación del estudio debido a que la evidencia científica refleja diferencias significativas en las respuestas fisiológicas como la respuesta lipolítica y de potencia mecánica dependiendo del proto-

colo utilizado (González-Haro, 2015).

Conclusiones

El ciclista desempeñó con éxito los objetivos establecidos para la prueba, finalizando la carrera sin ningún contratiempo en el plan establecido y sin sufrir ningún inconveniente en relación con el aporte energético e hídrico, así como ninguna molestia gastrointestinal.

Para afrontar con éxito un evento de estas características, las estrategias dietético-nutricionales podrían ser provechosas. Para ello hay que tener en consideración las variables interpersonales de cada deportista (edad, sexo, preferencias alimentarias, patologías, tolerancias, etc.) así como; las variables propias de la modalidad deportiva (tipo de prueba, distancia, avituallamientos, condiciones ambientales, etc.) para mitigar posibles inconvenientes que puedan surgir (falta de sustrato energético, fatiga, problemas gastrointestinales, hiponatremia, etc.). Además, este estudio puede servir de herramienta didáctica para plasmar de manera práctica; como se materializa un intervención dietético-nutricional basada en las recomendaciones actuales presentes en la literatura científica.

Fuentes de financiación

Los autores declaran que esta investigación no recibió financiación.

Conflictos de interés

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

Agradecimientos

Los autores agradecen al ciclista por su colaboración como deportista del estudio y a Dietopro® por ceder el uso del software. Igualmente, al Departamento de Enfermería de la Universidad de Alicante.

Referencias

Ainsworth, B. E., Haskell, W. L., Herrmann, S. D., Meckes, N., Jr, D. R. B., Tudor-locke, C., Greer, J. L., Vezina, J., Whitt-glover, M. C., & Leon, A. S. (2011). Second Update of Codes and MET Values. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 1575–1581. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31821e12>

Alvero Cruz, J. R., Cabañas-Armasilla, M. Dolores, Martínez-Riaza, A., & Moreno-Pascual, C. (2009). Protocolo de valoración

de la composición corporal para el reconocimiento médico-deportivo. Documento de consenso del grupo español de cineantropometría de la federación española de medicina del deporte. *Archivos de Medicina Del Deporte*, 26(131), 166–179.

American Medical Association. (2013). World Medical Association Declaration of Helsinki Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects. *JAMA*, 2191–2194. <https://doi.org/10.1001/jama.2013.28105>

Banister. (1980). Planning for future performance: implications for long term training. *Canadian Journal of Applied of Sport Sciences*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/6778623/>

Barrero, A., Chaverri, D., Erola, P., Iglesias, X., & Rodríguez, F. A. (2014). Intensity profile during an ultra-endurance triathlon in relation to testing and performance. *International Journal of Sports Medicine*, 35(14), 1170–1178. <https://doi.org/10.1055/s-0034-1374601>

Beck, K., Thomson, J. S., Swift, R. J., & von Hurst, P. R. (2015). Role of nutrition in performance enhancement and postexercise recovery. *Open Access Journal of Sports Medicine*, 6, 259–267. <https://doi.org/10.2147/oajsm.s33605>

Bellido-Linares, V. (2019). *Determinación de los perfiles de sensibilización polínica y relevancia clínica de los alérgenos de alimentos en pacientes polínicos sensibilizados a profilina*. Sevilla.

Benito, P., & Calvos, S. (2013). *Alimentación y nutrición en la vida activa: ejercicio físico y deporte*.

Berardi, J. M., Noreen, E. E., & Lemon, P. W. R. (2008). Recovery from a cycling time trial is enhanced with carbohydrate-protein supplementation vs. isoenergetic carbohydrate supplementation. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 11, 1–11. <https://doi.org/10.1186/1550-2783-5-24>

Buckle, J. D., Thomson, R. L., Coates, A. M., Howe, P. R. C., Denichilo, M. O., & Rowney, M. K. (2010). Supplementation with a whey protein hydrolysate enhances recovery of muscle force-generating capacity following eccentric exercise. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13, 178–181. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2008.06.007>

Burke, L. M., Hawley, J. A., Morton, J. P., Stellingwerff, T., & Maughan, R. J. (2018). Toward a Common Understanding of Diet – Exercise Strategies to Manipulate Fuel Availability for Training and Competition Preparation in Endurance Sport. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 28, 451–463.

Burke, L. M., Ross, M. L., Garvican-lewis, L. A., Welvaert, M., Ida, A., Forbes, S. G., Mirtschin, J. G., Cato, L. E., Strobel, N., & Avish, P. (2017). Low Carbohydrate, High Fat diet impairs exercise economy and negates the performance benefit from intensified training in elite race walkers. *The Journal of Physiology*, 1–61. <https://doi.org/10.1113/JP273230>

Cardona, C., Cejuela, R., & Esteve-Lanao, J. (2019). *Manual para entrenar deportes de resistencia*. All in your mind.

Doherty, M., Nobbs, L., & Noakes, T. D. (2003). Low frequency of the «plateau phenomenon» during maximal exercise in elite British athletes. *European Journal of Applied Physiology*, 89, 619–623. <https://doi.org/10.1007/s00421-003-0845-z>

- Esparza-Ros F, Vaquero-Cristóbal R, Marfell-Jones M. Protocolo Internacional Para La Valoración Antropométrica. (UCAM Universidad Católica de Murcia, ed.). Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría; 2019.
- Forbes, S. C., Candow, D. G., Smith-ryan, A. E., Hirsch, K. R., Roberts, M. D., Vandusseldorp, T. A., Stratton, M. T., Kaviani, M., & Little, J. P. (2020). Supplements and nutritional interventions to augment high-intensity interval training physiological and performance adaptations — A narrative review. *Nutrients*, *12*(2), 1–22. <https://doi.org/10.3390/nu12020390>
- González-Haro, C., Galilea, P. A., González-de-Suso, J. M., Drobnic, F., & Escanero, J. F. (2007). Maximal lipidic power in high competitive level triathletes and cyclists. *British Journal of Sports Medicine*, *41*(1), 23–28. <https://doi.org/10.1136/bjism.2006.029603>
- Harrison, S., Carboneau, É., Talbot, D., Lemieux, S., & Lamarche, B. (2018). Development and validation of a dietary screener for carbohydrate intake in endurance athletes. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, *15*, 4–9.
- Harvey, K. L., Holcomb, L. E., & Kolwicz, S. C. (2019). Ketogenic Diets and Exercise Performance. *Nutrients*, *11*, 1–16.
- Impellizzeri, F. M., & Marcora, S. M. (2007). The Physiology of Mountain Biking. *Sports Medicine*, *37*(1), 59–71.
- Jeukendrup, A. (2011). Nutrition for endurance sports: Marathon, triathlon, and road cycling. *Journal of Sports Sciences*, *29*(SUPPL. 1), 91–99. <https://doi.org/10.1080/02640414.2011.610348>
- Jeukendrup, A. (2017). Training the Gut for Athletes. *Sports Medicine*, *47*(s1), 101–110. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0690-6>
- Kerksick, C. M., Wilborn, C. D., Roberts, M. D., Smith-Ryan, A., Kleiner, S. M., Jäger, R., Collins, R., Cooke, M., Davis, J. N., Galvan, E., Greenwood, M., Lowery, L. M., Wildman, R., Antonio, J., & Kreider, R. B. (2018). ISSN exercise & sports nutrition review update: Research & recommendations. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, *15*(1), 1–57. <https://doi.org/10.1186/s12970-018-0242-y>
- Lucía A., Carvajal, A., & Chicharro, J. L. (1999). Heart Rate Response to Professional Road Cycling: The Tour de France. *International Journal of Sports Medicine*, *20*, 167–172.
- Masson, G., & Benoît, L. (2016). Many Non-elite Endurance Multisport Athletes Do Not Meet Sports Nutritional Recommendations for Carbohydrates. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, *7*, 1–29.
- Mata, F., Valenzuela, P. L., Giménez, J., Tur, C., Ferreria, D., Domínguez, R., Sanchez-Oliver, A. J., & Martínez-Sanz, J. M. M. (2019). Carbohydrate availability and physical performance: physiological overview and practical recommendations. *Nutrients*, *11*(5), 1–10. <https://doi.org/10.3390/nu11051084>
- Mujika, I. (2019). Case study: Long-term low-carbohydrate, high-fat diet impairs performance and subjective well-being in a world-class vegetarian long-distance triathlete. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, *29*(3), 339–344. <https://doi.org/10.1123/ijsem.2018-0124>
- Muñoz, I., Cejuela, R., Seiler, S., Larumbe, E., & Esteve-Lanao, J. (2014). Training-intensity distribution during an ironman season: Relationship with competition performance. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *9*(2), 332–339. <https://doi.org/10.1123/IJSP.2012-0352>
- Pallarés, J. G., Morán-Navarro, R., Ortega, J. F., Fernández-Elías, V. E., & Mora-Rodríguez, R. (2016). Validity and reliability of ventilatory and blood lactate thresholds in well-trained cyclists. *PLoS one*, *11*(9), e0163389.
- Pallarés, J., & Morán-Navarro, R. (2012). Methodological Approach To the Cardiorespiratory Endurance Training. *Journal of Sport and Health Research*, *119*, 4(2), 119–136.
- Ryan, M. (2016). *Nutrición deportiva para deportistas de resistencia* (Paidotribo).
- Schumacher, Y. O., & Mueller, P. (2002). The 4000-m team pursuit cycling world record: theoretical and practical aspects. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *34*(6), 1029–1036.
- Stapelfeldt, B., Schwirtz, A., Schumacher, Y. O., & Hillebrecht, M. (2004). Workload Demands in Mountain Bike Racing. *International Journal Sports Medicine*, *25*(4), 294–300. <https://doi.org/10.1055/s-2004-819937>
- Steinmuller, P. L., Kruskall, L. J., Karpinski, C. A., Manore, M. M., Macedonio, M. A., & Meyer, N. L. (2014). Academy of nutrition and dietetics: Revised 2014 standards of practice and standards of professional performance for registered dietitian nutritionists (competent, proficient, and expert) in sports nutrition and dietetics. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, *114*(4), 631–641. e43. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2013.12.021>
- Thomas, D. T., Erdman, K. A., & Burke, L. M. (2016). Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and Athletic Performance. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, *116*(3), 501–528. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2015.12.006>
- Treff, G., Winkert, K., Sareban, M., Steinacker, J. M., & Sperlich, B. (2019). The polarization-index: a simple calculation to distinguish polarized from non-polarized training intensity distributions. *Frontiers in physiology*, *10*, 707.
- Tsekouras, Y. E., Tambalis, K. D., Sarras, S. E., Antoniou, A. K., Kokkinos, P., & Sidossis, L. S. (2019). Validity and Reliability of the New Portable Metabolic Analyzer PNOE. *Frontiers in Sports and Active Living*, *1*, 1–7. <https://doi.org/10.3389/fspor.2019.00024>
- Urdampilleta, A., Martínez-Sanz, J. M., Julia-Sanchez, S., Álvarez-Herms, J. (2013). Protocolo de hidratación antes, durante y después de la actividad físico-deportiva. *European Journal of Clinical Nutrition*, *31*, 57–76.
- Vitale, K., & Getzin, A. (2019). Nutrition and supplement update for the endurance athlete: Review and recommendations. *Nutrients*, *11*(6), 1–20. <https://doi.org/10.3390/nu11061289>
- Waterman, J. J., & Kapur, R. (2012). Upper Gastrointestinal Issues in Athletes. *Current Sports Medicine Reports*, 99–10

Anexo 1.

Menú semanal (dieta basal) de una semana del periodo de preparación y ejemplo de la planificación nutricional del entrenamiento de una semana de entrenamiento.

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Desayuno	Leche semidesnatada 1 taza (250g), Cereales de copos de maíz 3 vasos 100 ml (60g)	Leche semidesnatada 1 taza (250g), Avena 5 cucharas soperas (52.5g)	Leche semidesnatada 1 taza (250g), Cereales de copos de maíz 3 vasos 100 ml (60g)	Leche semidesnatada 1 taza (250g), Avena 5 cucharas soperas (52.5g)	Leche semidesnatada 1 taza (250g), Cereales de copos de maíz 3 vasos 100 ml (60g)	Leche semidesnatada 1 taza (250g), Avena 5 cucharas soperas (52.5g)	Leche semidesnatada 1 taza (250g), Cereales de copos de maíz 3 vasos 100 ml (60g)
Almuerzo	Manzana roja 1 unidad mediana (200g), Pan integral de trigo (100g), Atún al natural en conserva 1 lata pequeña (55g)	Pera 1 unidad mediana (190g), Jamón serrano 4 lonchas finas (45.5g), Pan integral de trigo (100g)	Naranja 1 unidad mediana (210.5g), Pan integral de trigo (100g), Queso de bola (45g)	Pan integral de trigo (100g), Manzana roja 1 unidad mediana (200g), Lomo embuchado 4 lonchas (24g)	Pan integral de trigo (100g), Jamón cocido 3 lonchas finas (60.5g), Pera 1 unidad mediana (190g)	Pan integral de trigo (100g), Naranja 1 unidad mediana (210.5g), Anchoas en aceite 4 unidades (14g)	Pan blanco (100g), Manzana roja 1 unidad mediana (200g), Sardinillas en aceite 1 lata (peso escurrido 80g/lata)
Comida	Espagueti 2/10 del paquete (120g), Aceite de oliva 1 cucharada de postre (6.5g), Lomo de cerdo 3 filetes medianos (130g)	Aceite de oliva 1 cucharada de postre (6.5g), Arroz blanco crudo (100g), Carne magra de ternera 1 filete mediano (150g)	Aceite de oliva 1 cucharada de postre (6.5g), Patata 1 unidad grande (300g), Pechuga de pollo 1 ración mediana (150g), Judía verde hervida 1 plato pequeño (112.5g), Zanahoria 1 unidad grande (100g)	Aceite de oliva 1 cucharada de postre (6.5g), Arroz blanco crudo (100g), Carne magra de ternera 1 filete mediano (150g)	Aceite de oliva 1 cucharada de postre (6.5g), Lechuga 1 plato hondo (75g), Zanahoria (200g), Maíz dulce enlatado 1/2 lata pequeña (63g), Nuez pelada 4 nueces (21g), Atún claro natural en conserva 1 lata pequeña (55g)	Aceite de oliva 1 cucharada de postre (6.5g), Patata 1 unidad grande (300g), Garbanzos cocidos (70g), Judía verde hervida 1 plato pequeño (112.5g), Pechuga de pollo 1 ración mediana (150g)	Espagueti 2/10 del paquete (120g), Aceite de oliva 1 cucharada de postre (6.5g), Pechuga de pollo 1 ración mediana (135g)
Merienda	Leche semidesnatada 1 taza (250g), Pera 1 unidad mediana (190g)	Pan integral de trigo 1/2 barra 250g (100g), Pechuga de pollo 1 ración mediana (120g)	Pan blanco 1/2 de barra 250 g (125g), Jamón cocido (80g)	Yogur proteico 2 unidades (240g), Cereales de copos de maíz 3 vasos 100 ml (60g)	Leche semidesnatada 1 taza (250g), Avena 5 cucharas soperas (52.5g)	Lomo embuchado (100g), Pan blanco (100g)	Yogur proteico 2 unidades (240g), Cereales de copos de maíz 3 vasos 100 ml (60g)
Cena	Aceite de oliva 1 cucharada de postre (6.5g), Clara de huevo 2 unidades (70g), Huevo de gallina mediano 1 unidad talla M (55g), Pan integral de trigo (100g), Manzana roja 1 unidad mediana (200g)	Aceite de oliva 1 cucharada de postre (6.5g), Salmón 1 ración grande (165g), Brócoli 1/2 ramillete (250g), Gelatina proteica 1 tarrina (100g), Pan integral de trigo (65g)	Aceite de oliva 1 cucharada de postre (6.5g), Pechuga de pollo 1 ración mediana (120g), Lechuga 1 plato hondo (75g), Zanahoria (200g), Atún claro natural en conserva 1 lata pequeña (55g), Nuez pelada 4 nueces (21g), Maíz dulce enlatado 3 cucharas soperas (25.5g), Pan blanco (100g)	Aceite de oliva 1 cucharada de postre (6.5g), Clara de huevo 2 unidades (70g), Huevo de gallina mediano 1 unidad talla M (55g), Espárrago blanco 4 espárragos medianos (70.5g), Manzana roja 1 unidad mediana (200g), Pan blanco (100g)	Aceite de oliva 1 cucharada de postre (6.5g), Lomo de cerdo (150g), Lechuga 1 plato hondo (75g), Zanahoria (200g), Atún claro natural en conserva 1 lata pequeña (55g), Almendra tostada 20 unidades (24g), Maíz dulce enlatado 1/2 lata pequeña (63g), Pan blanco (100g)	Aceite de oliva 1 cucharada de postre (6.5g), Huevo de gallina mediano 2 unidades talla M (110g), Pan blanco (100g), Pera 1 unidad mediana (190g)	Aceite de oliva 1 cucharada de postre (6.5g), Pan blanco (100g), Merluza 1 rodaja mediana (150g), Espárrago 1 plato grande (100g)
Actividad	Lunes Entrenamiento de fuerza: -Curl de piernas -Prensa de piernas -Extensora de piernas (3x3x15 reps /30" al 60% de 1RM) - Estiramientos + foam roller -Planchas de core (3x30"): frontal, lateral drcha. e izq.	Martes 3 horas de bici (3h Z1)	Miércoles 1.5 horas de bici (35' Z1 + 30' Z3 + 25' Z1)	Jueves 3 horas de bici (90' Z1 + 45' Z2 + 15' Z3 + 30' Z1)	Viernes 2 horas de bici (2h Z1)	Sábado 3 horas de bici Test VT1 (15' Z1 + 2.5 h a 190W + 15' Z1)	Domingo 4 horas de bici (4h Z1)
Antes del entrenamiento	Almuerzo						Desayuno
Durante el entrenamiento	Durante los 60-90 minutos previos al entrenamiento hidratarse con agua (300-500ml) (1-2 vasos de agua)						
	Agua 300-500ml (1 Botella o bidón)	0-60min: Agua (300-500ml) + 60-120min: BR (60g/500-700ml) + 1 Energy gel 120-180min: BR (60g/700ml)	0-60min: Agua (300-500ml) + 60-120min: BR (30g/300-400ml)	0-60min: Agua (300-500ml) + 60-120min: BR (60g/500-700ml) + 1 Energy gel 120-180min: BR (60g/700ml)	0-60min: Agua (300-500ml) + 60-120min: BR (60g/500-700ml)	0-60min: Agua (300-500ml) + 60-120min: BR (60g/500-700ml) + 1 Energy gel 120-180min: BR (60g/700ml)	0-60min: Agua (300-500ml) + 60-120min: BR (60g/500-700ml) + 1 Energy gel 120-180min: BR (60g/700ml)
	Beber pequeños sorbos durante el entrenamiento	Beber pequeños sorbos durante cada hora del entrenamiento	Beber pequeños sorbos durante cada hora del entrenamiento	Beber pequeños sorbos durante cada hora del entrenamiento	Beber pequeños sorbos durante cada hora del entrenamiento	Beber pequeños sorbos durante cada hora del entrenamiento	Beber pequeños sorbos durante cada hora del entrenamiento
Después del entrenamiento	-Terminar de beber el agua si ha sobrado. Realizar la comida.	-Recovery (50g) + Yogurt líquido (1 vaso 250ml)	-Recovery (50g) + Yogurt líquido (1 vaso 250ml)	-Recovery (50g) + Yogurt líquido (1 vaso 250ml)	-Recovery (50g) + Yogurt líquido (1 vaso 250ml)	-Recovery (50g) + Yogurt líquido (1 vaso 250ml)	-Recovery (50g) + Yogurt líquido (1 vaso 250ml)

Z1, Zona de Entrenamiento 1 (111-132 ppm). Z2, Zona de Entrenamiento 2 (133-164 ppm). Z3, Zona de Entrenamiento 3 (165-200 ppm). W, Varios. VT1, Umbral Ventilatorio 1. 1RM, 1 Repetición Máxima. Reps, Repeticiones. H, Horas. BR, bebida de reposición.

Anexo 2.

Menú semanal (dieta basal) y planificación nutricional de los entrenamientos de la semana de la competición BTT Trofeo de Villajoyosa.

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Desayuno	Leche semidesnatada UHT 1 taza (250g), Cereales de copos de maíz 3 vasos 100 ml (60g)	Leche semidesnatada UHT 1 taza (250g), Avena 5 cucharas soperas (52.5g)	Leche semidesnatada UHT 1 taza (250g), Cereales de copos de maíz 3 vasos 100 ml (60g)	Leche semidesnatada UHT 1 taza (250g), Avena 5 cucharas soperas (52.5g)	Leche semidesnatada UHT 1 taza (250g), Cereales de copos de maíz 3 vasos 100 ml (60g)	Leche semidesnatada UHT 1 tazón (330g), Cereales de copos de maíz (100g), Zumo de naranja natural 1 taza (330g) (4-5 unidades)	1 taza de leche semidesnatada (300ml), Cereales de copos de maíz (60g), 1 vaso de zumo de naranja (200ml) Puede diluirse con agua
Almuerzo	Manzana roja 1 unidad mediana (200g), Pan integral de trigo (100g), Atún al natural en conserva 1 lata pequeña (55g)	Pera 1 unidad mediana (190g), Jamón serrano 4 lonchas finas (45.5g), Pan integral de trigo (100g)	Naranja 1 unidad mediana (210.5g), Pan integral de trigo (100g), Queso de bola (45g)	Pan integral de trigo (100g), Manzana roja 1 unidad mediana (200g), Lomo embuchado 4 lonchas (24g)	Pan integral de trigo (100g), Jamón cocido 3 lonchas finas (60.5g), Pera 1 unidad mediana (190g)	Pan blanco 1/2 barra (125g), Aceite de oliva 1 cucharada de postre (6.5g), Manzana roja 1 unidad grande (240g), Huevo de gallina mediano 2 unidades talla M (110g), Clara de huevo 2 unidades (70g)	¼ de barra de pan blanco (80g), 3 lonchas de jamón cocido (60g), Queso fresco burgos desnatado (45gr) (2 cuñas), 1 lata de Aquarius (330 ml) Entre las 10:20 y las 10:45: 1 vaso de agua (250ml)
Comida	Espagueti 2/10 del paquete (120g), Aceite de oliva 1 cucharada de postre (6.5g), Lomo de cerdo 3 filetes medianos (130g)	Aceite de oliva 1 cucharada de postre (6.5g), Arroz blanco crudo (100g), Carne magra de ternera 1 filete mediano (150g)	Aceite de oliva 1 cucharada de postre (6.5g), Patata 1 unidad grande (300g), Pechuga de pollo 1 ración mediana (150g), Judía verde hervida 1 plato pequeño (112.5g), Zanahoria 1 unidad grande (100g)	Aceite de oliva 1 cucharada de postre (6.5g), Arroz blanco crudo (100g), Carne magra de ternera 1 filete mediano (150g)	Aceite de oliva 1 cucharada de postre (6.5g), Lechuga 1 plato hondo (75g), Zanahoria (200g), Maíz dulce enlatado 1/2 lata pequeña (63g), Nuez pelada 4 nueces (21g), Atún claro natural en conserva 1 lata pequeña (55g)	Pera 1 unidad mediana (190g), Arroz blanco crudo (150g), Pan blanco 1/4 de barra (60g), Aceite de oliva 1 cucharada de postre (6.5g), Pechuga de pollo (135g)	
Merienda	Leche semidesnatada UHT 1 taza (250g), Pera 1 unidad mediana (190g)	Pan integral de trigo 1/2 barra 250g (100g), Pechuga de pollo 1 ración mediana (120g)	Pan blanco 1/2 de barra 250 g (125g), Jamón cocido (80g)	Yogur proteico 2 unidades (240g), Cereales de copos de maíz 3 vasos 100 ml (60g)	Leche semidesnatada UHT 1 taza (250g), Avena 5 cucharas soperas (52.5g)	Pan blanco 1/2 barra (125g), Jamón cocido (36 g), Yogur líquido natural azucarado 1/2 botella grande (300g)	Yogur proteico 2 unidades (240g), Cereales de copos de maíz 3 vasos 100 ml (60g)
Cena	Aceite de oliva 1 cucharada de postre (6.5g), Clara de huevo 2 unidades (70g), Huevo de gallina mediano 1 unidad talla M (55g), Pan integral de trigo (100g), Manzana roja 1 unidad mediana (200g)	Aceite de oliva 1 cucharada de postre (6.5g), Salmón 1 ración grande (165g), Brócoli 1/2 ramillete (250g), Gelatina proteica 1 tarrina (100g), Pan integral de trigo (65g)	Aceite de oliva 1 cucharada de postre (6.5g), Pechuga de pollo 1 ración mediana (120g), Lechuga 1 plato hondo (75g), Zanahoria (200g), Atún claro natural en conserva 1 lata pequeña (55g), Nuez pelada 4 nueces (21g), Maíz dulce enlatado 3 cucharas soperas (25.5g), Pan blanco (100g)	Aceite de oliva 1 cucharada de postre (6.5g), Clara de huevo 2 unidades (70g), Huevo de gallina mediano 1 unidad talla M (55g), Espárrago blanco + espárragos medianos (70.5g), Manzana roja 1 unidad mediana (200g), Pan blanco (100g)	Aceite de oliva 1 cucharada de postre (6.5g), Lomo de cerdo (150g), Lechuga 1 plato hondo (75g), Zanahoria (200g), Atún claro natural en conserva 1 lata pequeña (55g), Almendra tostada 20 unidades (24g), Maíz dulce enlatado 1/2 lata pequeña (63g), Pan blanco (100g)	Pasta de trigo de sarraeceno (150g), Merluza, rodaja mediana (150 g aprox.) Aceite de oliva 1 cucharada de postre (6.5g) Perejil y limón	Aceite de oliva 1 cucharada de postre (6.5g), Pan blanco (100g), Merluza 1 rodaja mediana (150g), Espárrago 1 plato grande (100g)
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Actividad	1 hora de bici (1h Z1)	1 hora y 10 minutos de bici 30' Z1 + 2x (7' Z3 + 4x30" sprint/1' Z1) / 3' Z1 + 15' Z1	2 horas de bici (2h Z1)	1 hora y 30 minutos de bici 30' Z1+10' Z2 + 3 x (4' Z3 a 400w en subida / 4' Z1) + 30' Z1	Descanso	1 hora de bici (30' Z1 + 6' Z3 + 25' Z1)	BTT Trofeo de Villajoyosa 2020
Antes del entrenamiento	Almuerzo						
Durante el entrenamiento	Durante los 60-90 minutos previos al entrenamiento hidratarse con agua (300-500ml) (1-2 vasos de agua)						
	Agua (300-500ml) Beber pequeños sorbos durante el entrenamiento.	0-60 min: Agua (300-500ml) Del minuto 60 al 90: BR (48g 1,5 cazos + 500ml agua) Beber pequeños sorbos durante cada hora del entrenamiento.	1º 30 minutos: Agua (300 ml) + A partir de los 30 minutos hasta los 60: BR (48g 1,5 cazos / 300-400ml) Beber pequeños sorbos durante cada hora del entrenamiento.	1º 30 minutos: Agua (350 ml) + A partir de los 30 minutos hasta los 70: 1 energy gel + agua (350 ml). Beber pequeños sorbos durante cada hora del entrenamiento.		0-60 min: Agua (300-500ml) Beber pequeños sorbos durante cada hora del entrenamiento	
Después del entrenamiento	-Terminar de beber el agua si ha sobrado.	-Recovery (50g) + Yogurt líquido (1vaso 250ml)	-Recovery (50g) + Yogurt líquido (1vaso 250ml)	-Recovery (50g) + Yogurt líquido (1vaso 250ml)	-	-Recovery (50g) + Yogurt líquido (1vaso 250ml)	-

Z1, Zona de Entrenamiento 1 (111-132 ppm). Z2, Zona de Entrenamiento 2 (133-164 ppm). Z3, Zona de Entrenamiento 3 (165-200 ppm). W, Varios. VT1, Umbral Ventilatorio 1. 1RM, 1 Repetición Máxima. Repts, Repeticiones. H, Horas. BR, bebida de reposición.