

Efectos de la implementación de una dieta baja en carbohidratos y alta en grasa en la composición corporal y el rendimiento de ciclistas amateurs

Modalidad propuesta **DISEÑO DE
INTERVENCIÓN**

*Propuesta de Trabajo Final de Máster
Máster de Alimentación en la Actividad Física y
el Deporte*

Autor/a: Jorge Guillén Hernández
Tutor/a del TFM: Indira Paz Graniel

21 de junio de 2021

Índice

Resumen	2
Abstract	3
1. Introducción	4
2. Objetivos	8
2.1. Preguntas investigables	8
3. Metodología	9
3.1. Revisión bibliográfica	10
3.2. Resultados revisión bibliográfica	10
3.3. Resumen revisión bibliográfica	17
3.4. Diseño de intervención y actividades a desarrollar	18
3.5. Población diana	23
3.6. Cronograma	24
3.7. Recursos necesarios	25
3.8. Consideraciones éticas	26
4. Plan de evaluación de la intervención	27
4.1. Evaluación del proceso	27
4.2. Evaluación del impacto	28
4.3. Evaluación del resultado	29
5. Aplicabilidad de la intervención	30
5.1. Líneas de investigación futuras	31
6. Conclusiones	33
7. Bibliografía	35
Anexos	38
Anexo I. Ejemplo de dieta semanal	39
Anexo II. Documento consentimiento informado y confidencialidad de los datos personales	48
Anexo III. Hoja de registro evaluación del proceso	49

Resumen

El ciclismo es un deporte con creciente popularidad. Este año, debido a los confinamientos sufridos por el COVID19, el incremento de usuarios ha sido todavía mayor. Este incremento de usuarios está conformado tanto por hombres y mujeres, de distintas edades, quienes son susceptibles de ser aconsejados por un especialista en nutrición en su nueva actividad deportiva. El ciclismo es un deporte de resistencia donde algunos de estos ciclistas usan las dietas bajas en hidratos de carbono con la intención de mejorar su composición corporal y mejorar el rendimiento. Estas dietas bajas en carbohidratos, junto a un entrenamiento aeróbico de moderada o baja intensidad, parece mejorar la eficiencia del metabolismo lipídico. Por ello, el objetivo de este trabajo estuvo enfocado la implementación de una dieta baja en carbohidratos (20% carbohidratos, 25% proteínas y 55% lípidos), en ciclistas amateurs de ambos sexos y diferenciados por categorías de edad, y valorar los posibles cambios en su composición corporal, a través de bioimpedancia eléctrica, y su rendimiento deportivo con un test FTP (Funtional Threshold Power). Según la bibliografía consultada, una implementación de dieta bajas en carbohidratos podría estar recomendada en periodos de pretemporada, con alto volumen de entrenamiento, de baja o moderada intensidad, donde se busque cambios en la composición corporal reduciendo la masa grasa, sin pretender mejoras en el rendimiento en pruebas de alta intensidad.

Palabras clave

Dieta baja en carbohidratos

Ciclismo amateur

Composición corporal

Rendimiento

Abstract

Cycling is an increasingly popular sport. This year, due to the confinements suffered by COVID19, the increase in users has been even greater. This increase in users is made up of both men and women, of different ages, who are likely to be advised by a nutritionist in their new sporting activity. Cycling is an endurance sport where some of these cyclists use low-carbohydrate diets with the intention of improving their body composition and improving performance. These low-carbohydrate diets, together with moderate or low intensity aerobic training, seem to improve the efficiency of lipid metabolism. Therefore, the aim of this study was focused on the implementation of a low-carbohydrate diet (20% carbohydrates, 25% proteins and 55% lipids), in amateur cyclists of both sexes and differentiated by age categories, and to assess the possible changes in their body composition, through electrical bioimpedance, and their sports performance with an FTP test (Functional Threshold Power). According to the bibliography consulted, the implementation of a low-carbohydrate diet could be recommended in pre-season periods, with high training volume, of low or moderate intensity, where changes in body composition are sought by reducing fat mass, without aiming to improve performance in high-intensity tests.

Key words

Low carbohydrate diet

Amateur cycling

Body composition

Performance

1. Introducción

El ciclismo es un deporte que año a año va captando más adeptos. Independientemente de la modalidad practicada ya sea carretera, montaña, o gravel. Cada vez es más habitual ver a usuarios practicando este deporte. A este incremento de usuarios cicloturistas de un tiempo a esta parte se ha añadido la pandemia mundial consecuente de la COVID19. Esta pandemia trajo un confinamiento total y posteriormente, unas restricciones de movilidad. Circunstancias como el miedo al contagio, la necesidad de hacer actividad física y respirar al aire libre en el medio natural han hecho que la irrupción de la práctica de ciclismo amateur, tanto de usuarios femeninos como masculinos, crezca enormemente. Según el Consejo Superior de Deportes (CSD), 7,9 de millones de personas usa la bici como parte de su rutina diaria y 21 millones de personas tienen bicicleta y la usan habitualmente. El uso de la bicicleta ha alcanzado el 50,7% de la población española [1]. En este incremento de usuarios de la bicicleta juega un papel muy importante la mujer, ya que el 42,8% de mujeres españolas utiliza la bicicleta.

El incremento de estos nuevos usuarios ciclistas amateurs, junto a usuarios que ya practicaban esta actividad física anteriormente, lleva consigo la necesidad de asesorar en las estrategias nutricionales, aportando herramientas que puedan utilizar para esta nueva actividad. De esta manera, se tratará de evitar el caer en falsos mitos [2,3] tradicionales de la nutrición en el ciclismo. Algunos de estos mitos pueden ser: evitar la ingesta de grasas y aceites en la dieta del ciclista, el consumo exclusivo de suplementos deportivos como barritas energéticas y geles durante la práctica deportiva, realizar entrenamientos de larga duración en ayunas, consumo de café o ingesta de cafeína descontrolada, etc.

Por este motivo, es importante el asesoramiento nutricional a través de un especialista, quien pueda proponer una estrategia nutricional basada en la evidencia científica, adaptada a las características personales del deportista, así como a su plan de entrenamiento.

Por otro lado, es importante conocer los aspectos fisiológicos del ciclismo. Para la obtención de energía existen diferentes sistemas energéticos [4]. Principalmente, el ciclista puede obtener energía a través de la glucólisis, usando

el glucógeno como sustrato energético de forma anaeróbica o usar el sistema aeróbico, en presencia de oxígeno, donde usa glucógeno o grasas en función de la duración e intensidad del esfuerzo. Son estos últimos los que proporcionan más energía, durante un mayor periodo de tiempo y los que más relevancia adoptan en el ciclismo.

Como coincide la bibliografía consultada, el ciclismo es un deporte de gran exigencia física. Está considerado como un deporte de resistencia donde prima el metabolismo aeróbico [5,6,7]. El metabolismo anaeróbico, por encima del umbral anaeróbico, interviene en momentos puntuales como en puertos de montaña, situaciones de sprint, etc. [6].

Existen estudios sobre ciclistas profesionales [6,7] en el que determinan unos valores para ciclistas hombres de entre 30000 y 35000 km totales recorridos por temporada, una media de 91,9 km en los entrenamientos, una duración media de 182 minutos por sesión y frecuencia cardíaca máxima de 65,5 %, siendo una frecuencia moderada.

Los estudios coinciden en calificar el ciclismo como un deporte de resistencia y de larga duración. El índice de Frecuencia Cardíaca máxima (FC_{máx.}) es inferior en entrenamientos, en torno al 65% en hombres profesionales. Estos valores están directamente relacionados con el metabolismo aeróbico. Es por ello donde la eficiencia en el uso de grasas como sustrato energético se transforma en factor de rendimiento, permitiendo mantener durante un mayor periodo de tiempo las reservas de glucógeno tanto hepático como muscular.

No obstante, no existe tal evidencia sobre ciclistas amateurs. Además, en la mayoría de estudios, no existe comparativa entre los valores de mujeres y hombres ni las diferencias entre los distintos grupos de edad.

En relación con la intervención nutricional, existen numerosas estrategias que se pueden aplicar a la dieta de un deportista. Las recomendaciones tradicionales en la dieta de un deportista suelen ir relacionadas con asegurar el llenado completo de las reservas de glucógeno tanto muscular como hepático (350 - 400 + 100 - 150 g.) para poder disponer de ellas frente a un entrenamiento o una competición intensa [8, 9]. Además, se describe la importancia de su aportación

durante el entrenamiento o competición para retrasar el vaciado de glucógeno lo máximo posible así como su rápida reposición post entrenamiento. Latorre y Mariscal (2020) proponen una distribución de macronutrientes en deportistas, de 55-60% hidratos de carbono (HCO), 20-33% lípidos y 10-12% proteínas [10].

Desde otra perspectiva encontramos las dietas con alta restricción de hidratos de carbono. Este tipo de dieta suele ir acompañadas de una reducción significativa en el aporte de carbohidratos, frente a importante aporte de grasa. Bonfanti (2020) indica valores 2,5 g de HCO/kg (correspondientes a 190 g. para una persona de 75 kg.) y correspondientes a menos de 25% del total de la ingesta calórica diaria. En cuanto al componente grasa, corresponde entre el 60 y 70 % del aporte calórico total. Estos valores corresponden a en dietas bajas en carbohidratos y ricas en grasa (low carb high fat diet, LCHF). En dietas cetogénicas el aporte de HCO sería todavía inferior, menor a 50 g. diarios [11].

Existen distintas estrategias nutricionales que favorecen el entrenamiento con baja disponibilidad de carbohidratos como pueden ser:

- Dieta rica en grasas y baja en carbohidratos (LCHF)
- Dieta cetogénica: dieta muy baja en HCO, muy rica en grasas, normocalórica, que permite alcanzar el estado de cetosis en el organismo.
- Entrenamiento en ayunas
- Training high – sleeping low
- Entrenamiento prolongado sin tomar HCO durante el ejercicio
- Entrenar doble sesión y no recuperar los HCO entre sesiones.

Estas estrategias son diferentes entre sí pero comparten el objetivo de realizar los entrenamientos con baja disponibilidad de HCO. Este aspecto busca estimular la vía de oxidación lipídica. Esto conllevaría el incremento la actividad enzimática mitocondrial y/o el contenido de las mitocondrias y la reducción la demanda de glucosa para la realizar las contracciones musculares. En definitiva, mejoraría la eficiencia del metabolismo lipídico, siendo utilizado en situaciones en las que anteriormente solía usarse el glucógeno como fuente de energía. Precisamente, estas modificaciones en el metabolismo, como se ha comentado anteriormente en referencia al ciclismo, son muy interesantes. Como se ha

descrito, el ciclismo es una actividad donde la fuente principal de energía es el sistema aeróbico y, si se consigue una mejor eficiencia en la oxidación lipídica, permitiendo conservar en mayor medida las reservas de glucógeno, podría mejorar el rendimiento.

Por ello, el objetivo de este trabajo estuvo enfocado la implementación de una dieta baja en carbohidratos, en ciclistas amateurs de ambos sexos y diferenciados por categorías de edad, y valorar los posibles cambios en su composición corporal y su rendimiento deportivo con un mismo entrenamiento.

2. Objetivos

En este trabajo se va a formular un objetivo principal y cuatro complementarios.

El objetivo principal de este trabajo será diseñar un estudio de intervención para comparar los efectos de la implementación de una dieta baja en hidratos de carbono, en el rendimiento deportivo y composición corporal de ciclistas amateurs de ambos sexos y por grupos de edad.

Para conseguir dicho objetivo, se plantean los siguientes objetivos complementarios:

- Conocer las principales características y factores de rendimiento del ciclismo.
- Mostrar las características principales de las dietas bajas en hidratos de carbono.
- Valorar la influencia de una dieta baja en hidratos de carbono en el rendimiento de ciclistas amateurs, tanto en categoría femenina como masculina, distribuidos por grupos de edad, a través de un test FTP (Funcional Threshold Power).
- Valorar las posibles modificaciones de la composición corporal de los ciclistas amateurs, tanto en categoría femenina como masculina, distribuidos por grupos de edad, tras seguir una dieta baja en hidratos de carbono.

a. Preguntas investigables

Una vez propuestos los objetivos, se proponen algunas preguntas investigables que nos van a guiar a lo largo de la investigación. Son las siguientes:

- ¿Cómo influye la implementación de una dieta baja en carbohidratos en la composición corporal de ciclistas amateurs? ¿Disminuirá el porcentaje de grasa corporal? ¿Existirán diferencias entre hombres y mujeres y según los grupos de edad?
- ¿La implementación de una dieta baja en carbohidratos, programada y adaptada a los sujetos de estudios, puede mejorar el rendimiento

deportivo en un deporte de resistencia como es el ciclismo? ¿Existirán diferencias entre hombres y mujeres y según los grupos de edad?

Metodología

El presente trabajo va a constar de dos partes. En primer lugar, se va a realizar una búsqueda bibliográfica acerca del tema de estudio y, en segundo lugar, se va a plantear un diseño de intervención que se desarrollará más adelante.

3.1. Revisión bibliográfica

Como se ha comentado anteriormente, el primer paso del presente trabajo será realizar una revisión sistemática de estudios y revisiones científicas acerca del tema de estudio. Dicha búsqueda se realizará a través de las bases de datos Medline y Scopus. La búsqueda se limitará a publicaciones tanto en inglés como en español, excluyendo el resto de idiomas. Además, la búsqueda quedará restringida a publicaciones contrastadas científicamente, implementadas en población sana y deportista, desarrolladas durante los últimos 10 años.

Para el desarrollo de esta búsqueda se introducen, en las bases de datos indicadas, los siguiente términos: “cycling” or “cyclist” “and” “low carbohydrate diet” or “ketogenic diet”. Así mismo, se valorarán las referencias de la bibliografía encontrada porque puede ampliar la base teórica de la investigación y así, ayudar a su justificación.

Criterios de inclusión

Los criterios de inclusión que se van a seguir para esta revisión bibliográfica son los siguientes:

- Tipos de estudios: transversales, longitudinales, aleatorios y estudios controlados no aleatorios.
- Estudios en sujetos adultos o jóvenes sanos (entre 18 y 59 años) y deportistas (amateurs).
- Duración de 3 semanas o más de la intervención dietética.
- Estudios con ciclistas
- Medición de variables de composición corporal y rendimiento deportivo.

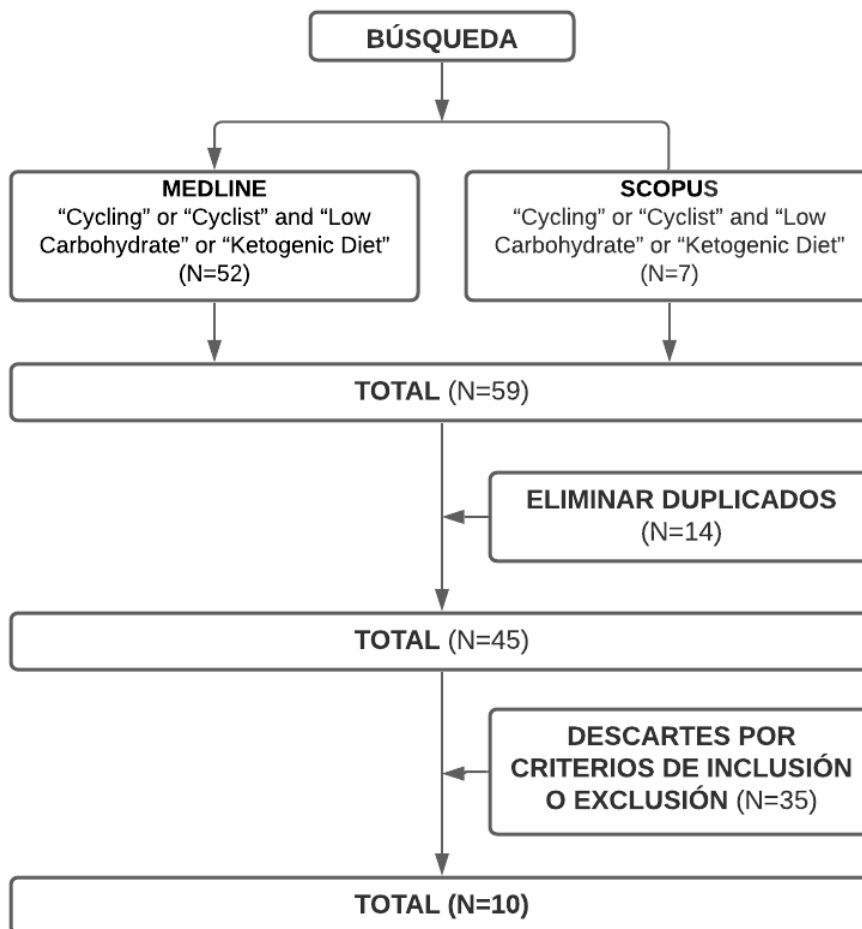
Criterios de exclusión:

Los criterios de exclusión para esta revisión bibliográfica serán los siguientes:

- Estudios en idiomas diferentes al inglés y castellano.
- Estudios anteriores a 2010.
- Estudios en animales o sujetos no saludables.
- Estudios de duración inferior a 3 semanas.
- Estudios sin publicación o respaldo científico.
- Estudios sobre otros deportes que no sean el ciclismo.

3.2. Resultado de la revisión bibliográfica

Siguiendo la estrategia de búsqueda, que se ha descrito anteriormente, se encontraron 59 artículos relacionados con las dietas bajas en carbohidratos y el ciclismo. De los 59 artículos científicos encontrados, 14 estaban duplicados por lo que se han desestimado, quedando 45. De este número se han eliminado aquellos que no cumplían los criterios de inclusión y aquellos que contenían algún criterio que implicaba su exclusión. Por este motivo se han descartado 35 quedando el número final de 10 estudios. La **Figura 1** muestra el diagrama de flujo del proceso de búsqueda y selección de artículos.



En la **Tabla 1** se muestra el resumen de los 10 estudios finalmente seleccionados. En ella se puede ver el autor y año de estudio, el objetivo, estrategia nutricional, diseño experimental, resultados y conclusiones.

TABLA 1. RESUMEN ARTÍCULOS BIBLIOGRÁFICOS SELECCIONADOS

Nº	AUTOR/ ESTUDIO	MUESTRA	OBJETIVO	ESTRATEGIA NUTRICIONAL	DISEÑO EXPERIMENTAL	RESULTADOS	CONCLUSIONES
1	BENEKE, 2015 [12]	8 hombres	Probar si un índice mayor de pedaladas por minuto (RPM ^{*17}) reduce la fracción (%) del $\dot{V}O_2$ ^{*19} usado para la oxidación de HCO ^{*5} en un (concentración de lactato en sangre) BLC ^{*1} dado.	NO ESPECIFICA	Carga incremental a 50 y 100 RPM. Se midieron BLC, VO ₂ y VCO ₂ ^{*18} . A relaciones de intercambio respiratorio (RER ^{*16}) <1, se calculó el HCO relativo y la constante determinante del HCO rel al 50% (kCHO) se aproximó en función del BLC.	Con carga de trabajo submáxima, el VO ₂ , el VCO ₂ y el HCO rel fueron menores a 50 que a 100 RPM. No diferencias en VO ₂ . El BLC fue menor a 50 que a 100 RPM independientemente de la intensidad del ciclismo. A 50 RPM, kCHO que a 100 RPM. Esta diferencia en kCHO refleja una oxidación reducida de HCO a un BLC dado a 100 que a 50 RPM.	Una alta cadencia de pedaleo puede reducir la dependencia de HCO a un VO ₂ moderado. Una baja cadencia de pedaleo y alto VO ₂ alto implica oxidación alta de CHO
2	SITKO, 2019 [13]	11 hombres entrenados	Evaluar si dietas bajas en HCO pueden mejorar la composición corporal y el rendimiento relativo al peso en deportistas de resistencia.	10% HCO durante 4 semanas con balance energético neutro (50 kcal/kg/día)	Dieta baja en HCO durante 4 semanas con balance energético neutro (50 kcal/kg/día). Se evaluó la composición corporal con bioimpedancia eléctrica antes y después de la intervención. La potencia máxima (5 y 20 min) se evaluó siguiendo protocolo estandarizado sobre rodillo de ciclismo en las mismas condiciones. El estudio se realizó en la pretemporada, sin entrenamientos de alta intensidad. Realizaron 4 sesiones de entrenamiento de 150 min. de duración semanales con apoyo de un nutricionista deportivo titulado	Resultó en disminución del peso (-2,51 kg) y el porcentaje de grasa corporal (-2,42%), aumento de la potencia relativa (+0,2 w/kg en potencia 20 min y +0,25 w/kg en potencia 5 min). Los valores de potencia absoluta no se modificaron.	Las dietas bajas en HCO podrían utilizarse durante la pretemporada para inducir cambios en la composición corporal y mejorar la potencia relativa

3	SITKO, 2020 [14]	26 hombres entrenados	Evaluar si una dieta baja en HCO puede superar a una dieta convencional isocalórica para mejorar la composición corporal y el rendimiento en ciclistas de carretera masculinos entrenados	15% HCO vs dieta convencional	8 semanas de ciclistas en pretemporada con dieta de bajo contenido en HCO (15 % de HCO) o dieta convencional para deportes de resistencia. La composición corporal se evaluó a través de la impedancia eléctrica y el rendimiento se evaluó a través de una prueba contrarreloj de 20 min. realizada en un rodillo de bicicleta inteligente.	Los resultados revelaron mejora general de potencia absoluta y relativa, masa corporal y grasa corporal para ambos grupos, mientras que la mejora en potencia absoluta fue comparable. Las mejoras de la potencia relativa, la masa corporal y la grasa corporal fueron significativamente mayores en el grupo bajo HCO.	8 semanas de dieta baja en HCO redujeron significativamente el peso corporal y el porcentaje de grasa corporal, y mejoraron los valores de potencia relativa de 20 min. en una muestra de ciclistas de carretera en comparación con una dieta convencional isocalórica.
4	SVENDSEN, 2015 [15]	13 hombres	Determinar los efectos del entrenamiento intensificado (TI ^{*14}) y la suplementación de carbohidratos en exceso y inmunidad.	Ingesta bebidas con 2% de carbohidratos (L-CHO ^{*12}) antes, durante y después de las sesiones de entrenamiento. En el segundo, ingesta de soluciones de carbohidratos (H-HCO ^{*7}) al 6%. Antes, durante y después del entrenamiento, con la adición de 20 g de proteína en la bebida post-ejercicio	En un diseño cruzado, doble ciego y aleatorizado, con dos períodos de 8 días de TI. En primer lugar, los participantes ingirieron bebidas con 2% de carbohidratos (L- HCO) antes, durante y después del entrenamiento. En segundo lugar, tomaron soluciones de carbohidratos (H- HCO) al 6%. Antes, durante y después del entrenamiento, con adición de 20 g de prot. En la bebida post-ejercicio.	En ambos ensayos, disminuyó la potencia máxima (375 ± 37 frente a 391 ± 37 W), frecuencia cardíaca máxima (179 ± 8 frente a 190 ± 10 lpm) y hematocrito (39 ± 2 frente a $42 \pm 2\%$) y aumento de plasma volumen. Aumento del cortisol plasmático en reposo mientras que la ACTH plasmática disminuyó después de la sesión.	Una mayor ingesta de HCO no pudo aliviar alteraciones fisiológicas / inmunológicas.

5	SILVA-CAVALCANTE, 2013 [16]	7 ciclistas aficionados	Examinar los efectos de la ingestión de cafeína sobre el rendimiento y el gasto energético (anaeróbicos y contribución aeróbica) durante una prueba contrarreloj (TT ¹⁵) de ciclismo de 4 km realizada después de una reducción de la disponibilidad de carbohidratos (HCO) protocolo de ejercicio.	Los ensayos se realizaron sin ningún ejercicio previo (CON); o después de un protocolo para reducir la disponibilidad de HCO (DEP) * ⁶ realizado la noche anterior, seguido de placebo (DEP-PLA) * ³ ; o 5 mg.kg de ingesta de cafeína (DEP - CAF) * ² 1 hora antes del ejercicio.	Los ensayos se realizaron después de ningún ejercicio previo (CON); o después de un protocolo de ejercicio para reducir la disponibilidad de HCO (DEP) realizado la noche anterior, seguido de placebo (DEP-PLA); o 5 mg.kg de ingesta de cafeína (DEP - CAF) 1 hora antes del ejercicio.	El rendimiento se redujo (22,1%) en DEP-PLA vs CON. Sin embargo, el rendimiento se restauró en DEP-CAF en comparación con DEP-PLA, mientras que no se encontraron diferencias entre DEP-CAF y CON. La contribución anaeróbica se incrementó en DEP-CAF en comparación con DEP-PLA y CON, y esto fue más pronunciado en los primeros 3 km de la prueba. De manera similar, el trabajo anaeróbico total fue mayor en DEP-CAF que en las otras condiciones.	La reducción en el rendimiento asociada con la baja disponibilidad de HCO se revierte con la ingestión de cafeína debido a una mayor contribución anaeróbica, lo que sugiere que la cafeína podría acceder a una "reserva" anaeróbica que no se usa en condiciones normales
6	JHONSON, 2011 [17]	6 hombres entrenados	Examinar el efecto del ejercicio y la manipulación dietética previa al ejercicio sobre la concentración de triglicéridos hepáticos (HTGC)* ⁸	67 h de dieta mixta (M)* ¹³ y un carbohidrato mínimo isocalórico (2%) alto en grasas (83%) dieta (HF)* ⁸ .	La HTGC se midió mediante espectroscopia de resonancia magnética de protones (1H-MRS) antes y después de 90 min de ciclismo de intensidad moderada en seis hombres entrenados en resistencia después de 67 h de dieta mixta (M) y un carbohidrato mínimo isocalórico (2%) alto en grasas (83%) para dieta (HF). Las dietas se administraron mediante un diseño cruzado equilibrado.	Las concentraciones de oxidación de grasa corporal total, ácidos grasos libres en plasma (FFA)* ⁴ , glicerol y triglicéridos se elevaron significativamente durante el ejercicio en HF versus M. No hubo interacción significativa entre tratamiento y tiempo para HTGC. Sí hubo un aumento neto significativo en HTGC durante el ejercicio combinado de 6 horas y el período posterior al ejercicio.	No se observa ningún cambio neto en la reserva de triglicéridos hepáticos durante un período de ejercicio prolongado. Además, la manipulación de la ingesta dietética previa al ejercicio no influyó en la concentración de triglicéridos hepáticos y el ejercicio en hombres. Esto respalda que los triglicéridos hepáticos no contribuyen a la alta tasa de oxidación de grasas observada durante el ejercicio agudo, o su mejora con el entrenamiento regular

7	WEBSTER, 2016 [18]	7 hombres entrenados	Los atletas que habitualmente siguen una dieta baja en carbohidratos y alta en grasas (LCHF) *11 tendrían tasas más altas de gluconeogénesis durante el ejercicio en comparación con aquellos que siguen una dieta mixta de macronutrientes.	Dieta baja en HCO (7% HCO, 72% de grasas, 21% de proteínas) o una dieta mixta (51% de HCO, 33% de grasas, 16% de proteínas) durante más de 8 meses	Después de un ayuno nocturno, los participantes realizaron un test en laboratorio de 2 horas al 72% del consumo máximo de oxígeno. La cinética de la glucosa se midió en reposo y durante los últimos 30 min. de ejercicio mediante la infusión de glucosa y la ingestión de trazadores de 2H2O.	Las tasas de EGP y GLY tanto en reposo como durante el ejercicio fueron significativamente más bajas en el grupo LCHF que en el grupo de dieta mixta. Por el contrario, no se detectaron diferencias en las tasas de GNG entre los grupos en reposo o durante el ejercicio.	Los ciclistas con dieta baja en carbohidratos no compensaron la reducción de la disponibilidad de carbohidratos en la dieta aumentando la síntesis de glucosa durante el ejercicio, sino que se adaptaron alterando la utilización del sustrato corporal total
8	MURPHY, 2021 [19]	revisión de 17 estudios	Evaluar el efecto de los KD *10 (Ketogenic Diet) en el rendimiento físico en comparación con las dietas mixtas de macronutrientes	<50 g de carbohidratos / día vs dietas CON (grasas, 12-38% de la ingesta total de energía) durante ≥14 días	Distintas según estudio.	Distintos según estudio.	La evidencia sugiere que el rendimiento físico se puede mantener al consumir un KD. No obstante, no respalda un efecto ergogénico de consumir un KD. Hay poca investigación en el área sobre el impacto de un KD en el rendimiento físico. Un estudio de corta duración, el nivel de entrenamiento/VO2máx y las diferencias de sexo pueden ser factores que explican el menor rendimiento físico al consumir KD
9	ZAJAD, 2014 [20]	8 hombres entrenados	Determinar los efectos de una dieta cetogénica a largo plazo, rica en ácidos grasos poliinsaturados, sobre el rendimiento aeróbico y el metabolismo del ejercicio en ciclistas todoterreno.	Dieta Keto (15% CHO; 70% G; 15 % P) / Dieta Mixta (50% HCO; 30% G; 20 % P	Cada ciclista realizó un protocolo de ejercicio continuo en un cicloergómetro de intensidad variada, después de una dieta mixta y cetogénica en un diseño cruzado.	La dieta cetogénica estimuló cambios favorables en la masa corporal y la composición corporal, así como en los perfiles de lípidos y lipoproteínas. Aumento significativo en los valores relativos de consumo máximo de oxígeno (VO2max)*20 y consumo de oxígeno en el umbral de lactato (VO2 LT) *21 después de la dieta cetogénica. La carga máxima de trabajo y la carga de trabajo en el umbral de lactato fueron significativamente más altas después de la dieta mixta.	Las dietas ricas en grasas a largo plazo pueden ser favorables para los atletas de resistencia aeróbica, durante la pretemporada, en entrenamientos de alto volumen e intensidad baja o moderada. Aumenta el metabolismo de las grasas durante el ejercicio, reduce la masa corporal y el contenido de grasa y disminuye el daño muscular posterior al ejercicio. Disminuyen la capacidad para

						realizar trabajo de alta intensidad.	
10	URBAIN, 2017 [21]	42 hombres	Evaluar el impacto de una KD sin restricción energética de 6 semanas en adultos sanos más allá de las cohortes de atletas sobre el rendimiento físico, la composición corporal y los parámetros sanguíneos.	6 semanas con dieta Keto (5-10% HCO; 75% Grasas; 15-20 % Proteínas)	Consistió en un KD de 6 semanas con asesoramiento individual por parte de un dietista. Todas las pruebas se realizaron después de un ayuno nocturno: prueba de ejercicio cardiopulmonar mediante cicloergometría, muestras de sangre, composición corporal, calorimetría indirecta, fuerza de agarre y cuestionarios para abordar las quejas y las sensaciones físicas.	La pérdida de peso fue de $-2,0 \pm 1,9$ kg con pérdidas iguales de masa grasa y sin grasa. El VO ₂ pico y la potencia pico disminuyeron de $2,55 \pm 0,68$ l / min a $2,49 \pm 0,69$ l / min en un 2,4% y de 241 ± 57 W a 231 ± 57 W en un 4,1%, respectivamente.	Impacto levemente negativo de este KD de 6 semanas en el rendimiento físico (capacidad de resistencia, potencia máxima y agotamiento más rápido). No afecta a las actividades de la vida diaria y el entrenamiento aeróbico. Sin embargo, un KD puede ser motivo de preocupación en los atletas de competición.

NOTA:

*¹BLC (Concentración de lactato en sangre); *²DEP - CAF (Depósitos de HCO Vacíos + Cafeína); *³DEP - PLA (Depósitos de HCO Vacíos + Placebo); *⁴FFA (Ácidos grasos libres en el plasma); *⁵HCO: (Hidratos de Carbono); *⁶ HCO DEP (Depósitos de HCO Vacíos); *⁷ HF (Dieta alta en grasas); *⁸HTGC (Concentración de Triglicéridos Hepáticos); *⁹ H-CHO (Alto carbohidrato); *¹⁰(KD) Dieta Keto o cetogénica; *¹¹ LCHF (Dieta Baja en carbohidratos y Alta en grasas); *¹² L-CHO (Bajo carbohidrato); *¹³M (Dieta Mixta); *¹⁴TI (Entrenamiento intensificado); *¹⁵ TT (Contrarreloj); *¹⁶ RER: Relación de intercambio respiratorio; *¹⁷RPM (Revoluciones por minuto); *¹⁸VCO₂: Volumen de CO₂; *¹⁹ VO₂: Volumen de Oxígeno; *²⁰ VO₂máx (Volumen de Oxígeno Máximo); *²¹ VO₂: Volumen de Oxígeno en el Umbral de Lactato)

3.3. Resumen revisión bibliográfica

Tras realizar la búsqueda bibliográfica en las bases de datos y seleccionar los artículos que se ajustaban a los criterios de inclusión y exclusión descritos, el resultado final han sido 10 artículos científicos relacionados con el ciclismo y la dieta baja en carbohidratos o dieta cetogénica.

Siguiendo los datos aportados en la tabla anterior, podemos observar distintos aspectos en relación con las investigaciones llevadas a cabo en la actualidad.

- En primer lugar, la mayoría de los estudios fueron realizados en hombres. Otros especifican el sexo [12-21].
- Además, los estudios no determinan categorías por grupos de edad. Sólo indican la edad media de los sujetos más menos la desviación estándar [12-21].
- Valorando los dos puntos anteriores, un estudio que incluyera a las mujeres tenía una importancia capital para poder valorar y comparar los efectos de la intervención en ambas categorías.
- En todos los estudios, los sujetos son ciclistas profesionales o ciclistas entrenados durante varios años de práctica en el deporte en cuestión.
- Varios autores han realizado sus estudios con dietas bajas en HCO en periodo no competitivo, pretemporada, periodo preparatorio [13, 14 y 20].
- La metodología utilizada para valorar la composición corporal de los sujetos es la bioimpedancia [14, 15, 20] o medición antropométrica [16, 18]
- Los protocolos utilizados para valorar la condición física difieren según estudios Sitko [14, 15] realiza un test de 20 min. contrarreloj. Otros realizan test progresivos en los que incrementan la carga gradualmente hasta el agotamiento. Comienzan en 25 [21,]80 W [20] o con 100 W [16-18] y subida de 20 W [18], 25 [21], 30 W [16] o 40 W [17] cada min. o cada 3 min. Otro estudio inicia el test con 1 W/kg y subida de 0,5 W/kg cada 2 min [12].
- No se observaron cambios significativos en cuanto a la reserva de triglicéridos hepáticos durante el entrenamiento [17], ni a la

gluconeogénesis durante el ejercicio [18]. El organismo de los sujetos, ante la falta de glucógeno, utiliza otro sustrato metabólico.

- En cuanto al rendimiento físico, no existe un consenso común de todos los autores. Existen autores que determinan la posibilidad de mantenerlo aun con la ingesta de una dieta baja en HCO [19]. Otros, inciden en que el seguimiento de esta dieta mejora la composición corporal de los ciclistas, disminuyendo el porcentaje de masa grasa, e incrementa el nivel de potencia relativa [13, 14]. Por el contrario, otro estudio refleja un comportamiento negativo en la capacidad de resistencia, potencia máximo y agotamiento más rápido [21].
- Se sugiere que el efecto ergogénico de la cafeína puede equilibrar la posible disminución de rendimiento en sujetos con dietas bajas en HCO [16].
- No obstante, parece no haber investigaciones suficientes para valorar la dieta baja en carbohidratos como efecto ergogénico. Otros, insisten en que existe poca investigación en este área.
- Los resultados de estos estudios parecen indicar que una dieta baja en HCO puede ser beneficiosa en la optimización de la vía oxidativa lipídica para deportes aeróbicos como es el ciclismo, en un periodo de pretemporada o periodo preparativo, donde se puedan realizar entrenamientos aeróbicos con alta volumen, pero con baja o moderada intensidad.

Las posibilidades de mejora para futuros estudios serían realizar estudios con mayor muestra, con sujetos de diferentes sexos y de distintas categorías de edad. Estudios con una intervención de mayor duración y con entrenamientos aeróbicos, con unas cargas entre bajos o moderados niveles de VO₂máx.

3.4. Diseño de intervención y actividades a desarrollar

La segunda parte del trabajo, tiene como objetivo proponer un programa de intervención para comparar los efectos de la implementación de una dieta baja en hidratos de carbono, en el rendimiento deportivo y composición corporal de ciclistas amateurs de ambos sexos y por grupos de edad. Para ello, se tendrán

en cuenta las conclusiones derivadas de la parte de revisión bibliográfica del trabajo.

Como se ha comentado en el resumen de la revisión bibliográfica, según los autores consultados, las líneas futuras de investigación parecen erigirse a estudios con una mayor muestra, con sujetos de ambos sexos, incluyendo sujetos de diferentes grupos de edad en su categoría amateur, en entrenamientos aeróbicos de intensidad baja o moderada y con una mayor duración de intervención.

Con todo esto, la intervención que se propone cuenta con la colaboración de una asociación ciclista que está compuesta por un alto volumen de socios/as ciclistas amateurs. Este nos facilitará el acceso a sujetos voluntarios tanto hombres como mujeres, de distintas categorías de edad. Además, al ser deportistas amateurs podremos proponer la intervención sin riesgo a penalizar su rendimiento en competiciones regladas y cuyo resultado sea de vital importancia. En cualquier caso, el hecho de que sean deportistas amateur no conlleva la falta de material específico ya que la mayoría de ellos poseen o podrían conseguir material necesario para la intervención como bicicleta de carretera, GPS con medidor de FC, potenciómetro, etc.

A continuación, se describen las distintas fases del estudio y las actividades a desarrollar en cada una de ellas:

FASE 1: PLANIFICACIÓN DE LA INTERVENCIÓN.

1. **Diseñar el estudio.** Tras realizar la revisión bibliográfica, con las conclusiones detalladas anteriormente y las posibles mejoras en estudios futuros, se pasa al diseño del estudio. Se plantea un estudio en ciclistas amateurs, en sujetos de ambos sexos y de diferentes grupos de edad. Se proporcionarán menús semanales de dieta baja en HCO para los sujetos voluntarios participantes y un planning de entreno semanal con sesiones de intensidad baja o moderada de carácter aeróbico.

FASE 2: EJECUCIÓN DE LA INTERVENCIÓN.

1. El segundo paso sería la **captación de la población diana** de estudio.
 - Para ello, se establecería contacto con una asociación de ciclismo amateur con la que existe relación. Se programaría una **charla informativa** con los deportistas en la que se presentará la intervención, se expondrán los objetivos, las fases que la componen y los criterios de inclusión (compromiso a permanecer en el programa durante las 8 semanas de duración, compromiso a seguir los entrenamientos propuestos por el preparador físico y la dieta baja en carbohidratos propuesta en nuestro trabajo, disponer de medidor de Frecuencia cardiaca y potenciómetro, etc.). Para publicitar esta charla y con el objetivo de llegar a la totalidad de los componentes de la asociación se utilizarán las redes sociales de la asociación así como se enviarán correos electrónicos a todos/as componentes de la misma.
 - Una vez expuesto el proyecto se procederá a la **valoración de los candidatos** que se han presentado voluntarios y que cumplen los criterios de inclusión del estudio.
 - Posteriormente, aquellos que finalmente quieran participar en el estudio, tendrán que cumplimentar y presentar el **consentimiento informado**.
2. **Valoración inicial de los deportistas.** Tras tener los sujetos voluntarios de estudio y haber contrastado con los criterios de inclusión y exclusión del estudio, pasaremos a realizar la esta valoración inicial de los deportistas individualizada.
 - Se llevará a cabo una **medición de la composición corporal** de los ciclistas con una báscula de bioimpedancia ("Tanita®"). Estas mediciones se realizarán en fin de semana, para facilitar la asistencia de los sujetos

participantes. Se realizará a las 8 am, en ayunas, y con el culotte de ciclismo.

- Además, se hará un **cálculo** aproximado de los **requerimientos energéticos** de los deportistas, de manera individualizada, en función de sus datos antropométricos, ocupación laboral, etc. Estos resultados serán de ayuda a la hora de programar la dieta para cada uno de ellos.
- **Test FTP** (“Funtional Threshold Power” o UPF , en castellano, “Umbral de Potencia Funcional”) propuesto por Coggan y Allen (2010) [22]. Este test se puede realizar a través de un rodillo interactivo o bien una bicicleta de spinning. Los miembros de la asociación pueden tener acceso a ambos. Además, existen apps como Bkook o Zwift que incluyen el test FTP dentro de las mismas, lo cual puede facilitar el proceso. En cualquier caso, según los autores citados [22], el protocolo para la realización del test es el siguiente:

Tabla 2. Protocolo Test FTP				
TEST	FUNCTIONAL THRESHOULD POWER			
	TIEMPO	DESCRIPCIÓN	%FTP	% de FTHR
CALENTAMIENTO	20 min.	Ritmo de resistencia	65	70
	3 x 1 min.	Pedaleo rápido, 100 rpm.	N/A	N/A
	5 min.	ritmo fácil	65	<70
PARTE PRINCIPAL	5 min.	Máx. esfuerzo	máx.	>106
	10 min.	Ritmo fácil	65	<70
	20 min.	Tiempo de la prueba	100	99-105
Vuelta a la calma	10 – 15 min.	Ritmo fácil	65	<70

Nota: FTP = Functional Threshold Power, FTHR = Functional Threshold Heart Rate. N/A= no aplicable

Adaptado de Allen y Coggan (2019) [22]

3. **Diseño de dietas y entrenamientos:** preparación de la dieta baja en carbohidratos y de los entrenos durante los dos meses de intervención.
 - **Planificación de la dieta** de los deportistas para las 8 semanas que dure la intervención. **La distribución de los macronutrientes** de la dieta **será 20% HCO, 25% proteínas y 55% lípidos** aproximadamente. Se facilitará un menú semanal general de 2500 kcal. En el menú se especificarán los alimentos y gramos de la receta. Ese menú se adaptará de manera individual a los sujetos de estudio en función de sus necesidades calóricas diarias. Anexo I.
 - **Diseño de entrenamientos.** Junto al preparador físico de la asociación, se planificarán los entrenamientos para estas 8 semanas de intervención. Es importante que los entrenamientos sean los mismos para todos/as los deportistas. Por ello, controlará la intensidad en relación al % de Frecuencia Cardíaca o al % de vatios tras la realización del test FTP. Los entrenamientos serán de larga duración y en torno al 65% de la FC máx. siguiendo las recomendaciones de los autores citados en la introducción.
4. **Implementación de los entrenos y la dieta:** durante las 8 semanas del programa y seguimiento de los deportistas. Se irán facilitando los menús semanales, así como los entrenamientos, y los deportistas los irán implementado. Se establecerá un feedback semanal para obtener información sobre la facilidad del seguimiento del programa o bien, anotar las posibles complicaciones que puedan surgir.
5. **Valoración final de los sujetos:** medición y valoración de los resultados. Una vez transcurridas las 8 semanas se volverán a realizar las mediciones de la composición corporal, de la misma manera que en el punto de 2 de la ejecución, en la valoración inicial de los sujetos. Además, los ciclistas volverán a realizar el test FTP.

Se valorarán los resultados obtenidos con respecto al nivel inicial que mostraban en el comienzo de la intervención.

FASE 3: EVALUACIÓN DE LA INTERVENCIÓN.

Tras haber realizado la implementación de la intervención, el último paso será la evaluar los distintos pasos de la ejecución de la intervención para hacer una valoración completa y profunda de la misma. Esta evaluación constará de 3 fases y momentos que se desarrollarán en el punto 4 de este trabajo, “Plan de evaluación de la intervención”.

- Evaluación del proceso
- Evaluación del impacto
- Evaluación de los resultados

3.5. Población diana

La población diana de esta intervención será la siguiente:

- Ciclistas amateurs con una cierta experiencia en el ciclismo de carretera, de 3 a 5 años.
- Ciclistas de ambos sexos, tanto mujeres como hombres
- Ciclistas de distintas categorías de edad, desde los 18 a los 59 años (categorías sub-23 a veteranos 50).

Para el desarrollo de este estudio nos pondremos en contacto con una asociación ciclista de la que forman parte deportistas tanto masculinos como femeninos y de un gran abanico de edades.

3.6. Cronograma

En la tabla 3 se muestra el cronograma planteado para la intervención

Tabla 3. Cronograma									
FASES	TAREAS	AÑO 2021							
		MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.
PLANIFICACIÓN	1. Revisión bibliográfica								
	2. Elaboración de la intervención								
EJECUCIÓN	1. Captación de la población diana y consentimiento informado								
	2. Valoración inicial de los sujetos								
	3. Diseño de dietas y entrenamientos								
	4. Implementación de las sesiones								
	5. Valoración final de los sujetos								
EVALUACIÓN	1. Evaluación del proceso								
	2. Evaluación del impacto								
	3. Evaluación de los resultados								

3.7. Recursos necesarios

Para la implementación de esta intervención son necesarios recursos de distinta índole. Tenemos que hacer una estimación de los recursos económicos necesarios, materiales instalaciones, los recursos humanos y su disponibilidad temporal.

Es importante recordar que se trata de un estudio para ciclistas amateurs y que contaremos con el apoyo de una asociación de ciclismo amateur. Por ello, se buscará la colaboración “altruista” de aquellos voluntarios que quieran participar y/o quieran prestar algún recurso material. Por este mismo motivo, la necesidad económica será mínima.

En la **Tabla 4** se enlistan los recursos necesarios para el desarrollo de esta intervención.

Tabla 4. Recursos necesarios

RECURSOS NECESARIOS	
MATERIALES E INSTALACIONES	Sala de valoración: las valoraciones iniciales y finales de los sujetos se realizarán en una sala cedida por una clínica de nutrición.
	Rodillo inteligente: será cedido por un miembro de la asociación.
	Báscula Tanita®: igual que la sala de valoración, es cedida por la clínica de nutrición colaboradora.
	Bicicletas: cada sujeto participante dispone de su propia bicicleta de carretera
	Medidores de Frecuencia Cardíaca (FC), Potenciómetros, GPS: de igual manera son aportados por los propios participantes del estudio.

HUMANOS	Nutricionista: en este caso será el autor de este estudio quien realice el apoyo nutricional para el diseño de dietas.
	Preparador físico: la asociación tiene un componente Licenciado en Educación Física que se encarga de realizar los planning de entrenos y contamos con su colaboración para nuestro estudio.
	Sujetos voluntarios que participan en el estudio
DISPONIBILIDAD TEMPORAL	Sala de valoración: al ser una sala prestada nos tenemos que adaptar a los horarios disponibles.
	Preparador físico: tiene un trabajo principal y planificará los entrenamientos cuando tenga disponibilidad.
	Sujetos voluntarios para el estudio: todos los sujetos tienen una ocupación laboral principal por lo que tenemos que adaptarnos a sus horarios.
ECONÓMICOS	Al trabajar con colaboraciones los recursos económicos no son necesarios.

3.8. Consideraciones éticas

Al comienzo de la intervención se desarrollará una charla presentación donde se informará a todos y todas participantes del esta intervención de las fases del estudio y las actividades a realizar. Su participación en el mismo será libre y voluntaria. Se les proporcionará un documento en el que se expliquen todos los apartados del estudio y a su vez, se asegura la total confidencialidad de los datos proporcionados. Dicho documento será firmado por las y los participantes obteniendo así su consentimiento para ser incluidos dentro del programa. Anexo II.

4. Plan de evaluación de la intervención

Para evaluar esta intervención vamos a utilizar los diferentes tipos de evaluación que están descritos. La bibliografía [23] describe tres tipos de evaluación: la evaluación del proceso, del impacto y de los resultados.

4.1 Evaluación del proceso

La evaluación del proceso permite evaluar la adecuación de la intervención a los objetivos propuestos. Para poder realizar esta evaluación Serra [23] propone realizar estas preguntas:

- ¿El programa llega al grupo diana?
- ¿Los participantes están satisfechos con el programa?
- ¿Se llevan a cabo todas las actividades del programa?
- ¿Son de buena calidad todos los materiales y componentes del programa?

Como se ha descrito anteriormente, para realizar esta intervención se cuenta con la colaboración de una asociación ciclista. Por tanto, el grupo diana son los miembros de dicha asociación que cumplen los criterios de inclusión en el estudio. Nos aseguramos de que toda la información, los menús y los entrenos semanales lleguen a los participantes del estudio y para ello se utilizarán medios como el correo electrónico y las redes sociales.

Además, tenemos que valorar la percepción de los participantes y su grado de satisfacción referente a la intervención realizada, los entrenamientos y dieta propuesta, facilidad de seguimiento, etc.

En esta ocasión, los indicadores que se valorarán son el seguimiento de los entrenos y la dieta baja en carbohidratos, satisfacción acerca de los entrenos, motivación hacia la intervención y facilidad del seguimiento de la intervención.

En la **Tabla 5** se especifica el tipo de evaluación, los indicadores, momento de la evaluación y el instrumento de evaluación de dichos indicadores:

Tabla 5. Evaluación del proceso

EVALUACIÓN DEL PROCESO	Nº	INDICADORES	MOMENTO DE EVALUACIÓN	INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN
	1	Seguimiento de los entrenos	Después de cada sesión	Registro de la actividad por plataforma de entreno (ej. Garmin, Polar, Suunto, etc.)
	2	Seguimiento de la dieta	Cada semana	Rec 72h
	3	Satisfacción con los entrenos	Cada 4 semanas	Hoja de registro (Anexo III)
	4	Satisfacción con la dieta	Cada 4 semanas	Hoja de registro (Anexo III)
	5	Motivación e interés hacia la intervención	Cada 4 semanas	Hoja de registro (Anexo III)
	6	Facilidad de seguimiento de la intervención.	Cada 4 semanas	Hoja de registro (Anexo III)

4.2 Evaluación del impacto

La evaluación del impacto pretende valorar y describir los efectos inmediatos de la intervención, en el momento de la intervención y corto plazo. Por ello, la evaluación del impacto de esta intervención se realizará la semana después de terminar la intervención. En concreto, se ha estipulado después de 3 días de la finalización del mismo. Se valorarán indicadores como la composición corporal de los sujetos y el rendimiento, en comparación de la mismo al inicio de la intervención, así como la adhesión a la dieta baja en carbohidratos o la facilidad de seguimiento del programa.

En la **Tabla 6** A continuación se especifica el tipo de evaluación, los indicadores, momento de la evaluación y el instrumento de evaluación de dichos indicadores:

Tabla 6. Evaluación del impacto

EVALUACIÓN DEL IMPACTO	Nº	INDICADORES	MOMENTO DE EVALUACIÓN	INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN
	1	Composición corporal	3 días después tras finalizar la intervención	Tanita®
	2	Rendimiento	3 días después tras finalizar la intervención	Test FTP
	3	Adhesión a la dieta Low Carb	3 días después tras finalizar la intervención	Rec 72h
	6	Facilidad de seguimiento del programa	3 días después tras finalizar la intervención	Entrevista

4.3 Evaluación de los resultados

La evaluación de resultados, igual que ocurre con la evaluación del impacto, también tiene como objetivo describir los efectos de la intervención pero en esta ocasión a medio o largo plazo. Por ello, se ha optado por realizar las valoraciones tras 3 meses de finalización de la intervención. En esta ocasión, se vuelven a realizar mediciones de la composición corporal y el rendimiento. Estos valores se compararán con los valores iniciales de la intervención y los registrados en la evaluación del impacto, 3 días tras la finalización de la misma.

En la Tabla 7 se describe el tipo de evaluación, los indicadores, momento de la evaluación y el instrumento de evaluación de dichos indicadores:

Tabla 7. Evaluación de los resultados

EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS	Nº	INDICADORES	MOMENTO DE EVALUACIÓN	INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN
	1	Composición corporal	3 meses después de finalizar la intervención	Tanita®
	2	Rendimiento	3 meses después de finalizar la intervención	Test FTP
	3	Adhesión a la dieta Low Carb	3 meses después de finalizar la intervención	Rec 72h

5. Aplicabilidad de la intervención

La propuesta de intervención realizada ha intentado hacer frente a las cadencias o aspectos de mejora que se ha valorado o indicaba la bibliografía revisada acerca del tema de estudio.

Cabe recordar que irrupción del COVID19 y la aparición la pandemia mundial en la que estamos inmersos ha llevado consigo, entre otras cosas, un confinamiento domiciliario que posteriormente ha sido perimetral, ya sea a nivel municipal, provincial o autonómico. Este aspecto ha hecho que se incrementara en gran medida la práctica de ciclismo amateur, aumentando los usuarios en todas sus modalidades. Este incremento de usuarios pertenece a diferentes grupos de edad y a ambos sexos, tanto mujeres como hombres.

El incremento de nuevos usuarios ciclistas amateurs, junto a ciclistas que ya practicaban esta actividad física anteriormente, lleva consigo la necesidad de asesorarles en las estrategias nutricionales para su nueva actividad. Es importante delegar este asesoramiento nutricional a un especialista evitando caer en falsos mitos nutricionales del ciclismo como los comentados en la introducción.

Además, dentro de las estrategias nutricionales de los deportes de resistencia, las dietas bajas en carbohidratos están de actualidad. Son muchos deportistas los que se animan a seguirlas, en muchas ocasiones sin conocimiento de resultados científicamente probados ni con asesoramiento nutricional por un especialista pudiendo obtener resultados no del todo beneficiosos en su rendimiento. Según la bibliografía consultada, parece que este tipo de dietas puede ser interesante para deportes aeróbicos, de intensidad baja o moderada, en periodo de pretemporada o sin competición. Facilitaría la disminución del porcentaje de grasa en su composición corporal así como mejoraría la eficiencia de vía metabólica de lipídica.

Tras revisar la bibliografía actual sobre el tema de estudio se comprobó que la mayoría de estudios realizado en ciclistas, la muestra estaba conformada por ciclistas profesionales o ciclistas entrenados y con varios años de práctica deportiva en esta modalidad. No se encuentran tantos estudios que cuenten con ciclistas amateurs por lo que era interesante proponer un estudio para esta categoría. Hay que añadir que en los estudios revisados solían participar sujetos jóvenes, por lo que también se consideró interesante el realizar una intervención pensada para todos los grupos de edad y ver el comportamiento que tiene la dieta y el entrenamiento en cada uno de ellos.

Una dieta cetogénica y haciendo actividad aeróbica, la tasa de oxidación de grasas varía según el grupo de hombres o mujeres. Los hombres tienen un mayor índice en esfuerzos entre el 35-80% del VO_2 máx. mientras que las mujeres obtuvieron tasas más altas en ejercicios $> 80\% VO_2$ máx. aunque estos resultados no han sido significativos.

Con todo lo anterior, este estudio elige el ciclismo amateur como deporte de estudio debido su fuerte crecimiento de usuarios post-confinamiento. Además, trata de ampliar la población diana respecto a estudios anteriores, desarrollándose tanto hombres como mujeres y en sus diferentes grupos de edad. De esta manera obtendremos resultados más concretos de los efectos de la combinación de la dieta baja en carbohidratos y el ejercicio aeróbico de baja o moderada intensidad, en la mejora de la composición corporal y rendimiento

de una muestra más amplia. Con los resultados de la intervención se pretende aportar nuevos datos acerca este tema de estudio.

En nuestro diseño de intervención se ha planteado una implementación durante 8 semanas. Quizá una intervención de mayor duración obtuviera una mayor adaptación del organismo en dichas circunstancias pero entendemos, que al tratarse de sujetos amateurs, sin recompensación económica, no nos gustaría limitarle más tiempo su dedicación a su deporte.

En cualquier caso, al ser una propuesta de intervención y sin conocer los resultados concretos, es interesante plantear nuevas líneas de estudio que faciliten a comprender y amplíen esta la temática de estudio.

5.1 Líneas de investigación futuras

En primer lugar, resultaría interesante realizar futuras intervenciones incrementando sustancialmente la muestra de estudio. De esta forma se obtendrían resultados con menos sesgos y más heterogéneos que con muestras reducidas.

Continuando con la muestra del estudio, se propone una distribución equilibrada de participantes tanto el sexo de los mismos, femeninos como masculinos, como en las categorías de edad, contando con un importante número de sujetos para cada una de ellas.

Además, podría ser enriquecedor el incluir como variable de estudio los niveles de hierro. Se ha referido [19] que la adherencia a una dieta baja en HCO o a una dieta cetogénica, puede reducir la ingesta de hierro, la hemoglobina corpuscular media, y la concentración de hemoglobina corpuscular media. Por lo que se podría valorar el seguimiento de una dieta de estas características, además de la práctica de actividad física aeróbica, y su afectación tanto a las mujeres como a los hombres del estudio.

Por otro lado, nuestra intervención se ha planteado una dieta baja en HCO sin grupo de control. La bibliografía añadía un grupo de control que solía seguir una dieta mediterránea o normalizada. Podría ser interesante, manteniendo la

ampliación de la muestra con balance equilibrado en sexo y en grupos de edad, realizar una triple comparativa en cuanto a la dieta. Realizar tres grupos los cuales sigan una dieta baja en HCO, dieta occidental y dieta utilizando la “Periodización nutricional” propuesta por Jeukendrup [24]. Esta estrategia propone la utilización de cargas de HCO, comidas bajas en HCO o incluso la inclusión de ayuno intermitente, siempre adaptado y planificado en función de la actividad y los entrenamientos de los sujetos de estudio [25].

Por último, una propuesta de un estudio de una mayor duración puede hacer más fiables los valores obtenidos, la adherencia a la dieta y la adaptabilidad del organismo de los sujetos a la intervención.

6. Conclusiones

Una vez presentado este diseño de intervención acerca de los efectos de la implementación de una dieta baja en carbohidratos en la composición corporal y rendimiento deportivo en ciclistas amateurs, se detallan las conclusiones que responden a los objetivos planteados al inicio del trabajo, son las siguientes:

- El ciclismo, en su modalidad amateur, se trata de un deporte que ha mostrado un incremento de usuarios en todas sus modalidades post confinamiento [1]. Esto favorece que exista un espectro muy amplio del ciclista. La mujer cada vez juega un papel más importante en este deporte y, junto al incremento de usuarios general, implica el crecimiento de usuarios en todos los grupos de edad. Por ello, es importante tener ambos casos en cuenta en este diseño de intervención así como en futuras propuestas o estudios.
- El ciclismo está considerado un deporte de resistencia donde prima el metabolismo aeróbico [5,6,7]. El metabolismo anaeróbico, por encima del umbral anaeróbico, interviene en momentos puntuales como en puertos de montaña, situaciones de sprint, etc. [6].
- Las dietas bajas en hidratos de carbono, en torno a un 20% de la ingesta total diaria, han suscitado gran interés en el contexto de los deportes aeróbicos como indica la bibliografía.

- Una dieta baja en hidratos de carbono, llevada a cabo en periodo de pretemporada o periodo preparatorio, junto a entrenamientos de ciclismo de intensidad baja o moderada (por debajo del umbral anaeróbico), tiene incidencia sobre la composición corporal de los deportistas, disminuyendo el porcentaje de masa grasa, mejorando el metabolismo lipídico.
- El rendimiento en ciclistas amateurs que siguen una dieta baja en hidratos de carbono, en pruebas o entrenamientos de baja o moderada intensidad, no se espera que se vea penalizado. El rendimiento en pruebas o entrenamientos de alta intensidad probablemente se vería afectado por el déficit de glucógeno muscular y hepático.
- Una implementación de dieta baja en carbohidratos podría estar recomendada en periodos de pretemporada, con alto volumen de entrenamiento, de baja o moderada intensidad, donde se busque cambios en la composición corporal reduciendo la masa grasa, sin pretender mejoras en el rendimiento en pruebas de alta intensidad.

7. Bibliografía

La bibliografía consultada para la elaboración del presente trabajo es la siguiente:

1. Real Federación Española de Ciclismo (RFEC) “El ciclismo, ante su mayor puerto”. 10 de febrero de 2021. Disponible en: <https://rfec.com/index.php/es/smartweb/seccion/noticia/rfec/home/43928-La-RFEC-en-colaboracion-con-Telefonica-presenta-el-informe-El-ciclismo-ante-su-mayor-puerto>
2. Fernández, E. Entrena tu alimentación: Mitos y verdades sobre nutrición deportiva. 2020. Editorial Vergara.
3. Cangas Morán, R. ¡Come y ponte en forma! Desmontando los mitos de la nutrición deportiva. 2018. Editorial Anaya Multimedia.
4. Chicharro J.L., Vaquero A.F. Fisiología del ejercicio. 2006. Editorial Panamericana. Tercera edición.
5. Mujika I, Padilla S. Physiological and Performance Characteristics of Male Professional Road Cyclists. *Sport Med.* 2001;31(7):479-87.
6. Lucía A, Hoyos J, Chicharro JL. Physiology of Professional Road Cycling. *Sport Med.* 2001;31(5):325-37.
7. Van Erp T, Sanders D, de Koning JJ. Training Characteristics of Male and Female Professional Road Cyclists: A 4-Year Retrospective Analysis. *Int J Sports Physiol Perform.* 2019 Nov 5:1-7.
8. Blasco Redondo, R. Ayudas nutricionales ergogénicas en el deporte. Necesidades fisiológicas y cómo cubrirlas. Segunda parte. *Nutrición clínica en medicina.* Vol. XI - Número 3 - 2017 pp. 156-170
9. Martínez-Sanz, JM., Urdampilleta, A. (2013). El Ironman: estrategias dietético-nutricionales y organización de la toma de alimentos y bebidas en los avituallamientos. *Revista Digital, EFdeportes.com.* 18-Nº180. 2013.
10. Latorre, JA., Mariscal, M. Nutrientes en la práctica deportiva. Asignatura Biología y Fisiología aplicada al deporte. (2020). Universitat Oberta de Catalunya (UOC).

11. Bonfanti, H. Entrenamiento con baja disponibilidad de hidratos de carbono. Asignatura Nuevas Tendencias en Nutrición deportiva. (2020). Universitat Oberta de Catalunya (UOC).
12. Beneke, R. Alkhatib, A. High cycling cadence reduces carbohydrate oxidation at given low intensity metabolic rate. 2015. *Biol Sport*. 2015;32(1):27–33.
13. Johnson, NA. Effect of prolonged exercise and pre-exercise dietary manipulation on hepatic triglycerides in trained men. 2012. *Eur J Appl Physiol* 112:1817–1825
14. Zajac, A The Effects of a Ketogenic Diet on Exercise Metabolism and Physical Performance in Off-Road Cyclists. (2014). *Nutrients* 2014, 6, 2493-2508; doi:10.3390/nu6072493
15. Murphy, N. High-Fat Ketogenic Diets and Physical Performance: A Systematic Review. *Advances in Nutrition*, Volume 12, Issue 1, January 2021, Pages 223 - 233
16. Urbain, P. Impact of a 6-week non-energy-restricted ketogenic diet on physical fitness, body composition and biochemical parameters in healthy adults. 2017. Urbain et al. *Nutrition & Metabolism* 14:17
17. Sitko, S. Effects of a low-carbohydrate diet on performance and body composition in trained cyclists. 2019. *Nutrición Hospitalaria*, 36(6):1384-1388
18. Sitko, S. Effects of a low-carbohydrate diet on body composition and performance in road cycling: a randomized, controlled trial. 2020. *Nutrición Hospitalaria*, 2020;37(5):1022-1027
19. Svendsen, IS. Impact of intensified training and carbohydrate supplementation on immunity and markers of overreaching in highly trained cyclists. 2015. *Eur J Appl Physiol* (2016) 116:867–877
20. Silva – Cavalcante, MD. Caffeine Increases Anaerobic Work and Restores Cycling Performance following a Protocol Designed to Lower Endogenous Carbohydrate Availability. 2013. *PLoS ONE* 8(8): e72025. doi:10.1371/journal.pone.0072025
21. Webster, CC. Gluconeogenesis during endurance exercise in cyclists habituated to a long-term low carbohydrate high-fat diet. 2016. *J Physiol* 594.15 (2016) pp 4389–4405

22. Allen H, Coggan A. Training and racing with a power meter. 2019. VeloPress
23. Serra M. La Evaluación. Fases de un proyecto de Educación Nutricional. 2012. Universitat Oberta de Catalunya. Pág. 95-108.
24. Jeukendrup, A.E. Periodized Nutrition for Athletes. 2017. Sports Med 47, 51–63. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0694-2>
25. Viribay, A. Udampilleta, A. Periodización dietético - nutricional en el deporte, ¿ una nueva estrategia o un viejo paradigma?. Disponible en: www.drurdampilleta.com

Efectos de la implementación de una dieta baja en carbohidratos y alta en grasa en la composición corporal y el rendimiento de ciclistas amateurs

ANEXOS

*Propuesta de Trabajo Final de Máster
Máster de Alimentación en la Actividad Física y
el Deporte*

Autor/a: Jorge Guillén Hernández
Tutor/a del TFM: Indira Paz Graniel

21 de junio de 2021

ANEXO I. EJEMPLO DE DIETA SEMANAL

Tabla 1. Menú semanal detallado

	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
Desayuno	Café con leche entera, kiwi y nueces	Yogur griego con semillas de sésamo y arándanos	Leche entera, revuelto de jamón cocido y fresas	Bol de yogur desnatado con fresas y mix de frutos secos	Kéfir y tortilla francesa con salmón ahumado y hojas verdes	Café con leche entera, revuelto de jamón cocido y fresas	Yogur griego con semillas de sésamo y arándanos
Tentempié 1	Jamón serrano y queso curado	Hummus con bastones de zanahoria y pepino	Yogur griego	Rollitos de jamón cocido con queso curado de cabra y moras	Queso mozzarella con fresas y nueces	Snack de queso Burgos 0% y aguacate	Tortilla de claras con hummus
Comida	Aguacate relleno de atún y huevo cocido Bacalao a la plancha con acelgas Manzana	Parrillada de espárragos verdes y berenjena Hamburguesa de pollo con calabacín Nectarina	Calabaza al horno con aliño de especias Salmón a la plancha con alcachofas Kiwi	Ensalada de lechuga, tomate, zanahoria, pavo y queso feta Filete de temera a la plancha con tomate natural Melocotón	Ensalada de guisantes con queso fresco y almendras Lomo de cerdo a la plancha con tomate Naranja	Champiñones al ajillo Lubina con pesto de pistachos Albaricoques	Espárragos blancos con picada de cebolleta y bonito Pechuga de pavo a la plancha con berenjena Pera
Merienda 1	Yogur con calcio y cacahuètes	Snack de tortilla francesa y brotes tiernos	Hummus con bastones de zanahoria y pepino	Tortilla de claras con calabacín y sésamo	Kéfir y semillas de calabaza	Café con leche entera Nuez pelada 5 nueces (30g)	Yogur con calcio y almendras
Cena	Ensalada crudivegana Tortilla de espárragos verdes Mandarinas	Hervido de calabacín, nabo y zanahoria Merluza a la plancha con brócoli Albaricoques	Ensalada andaluza Lomo adobado a la plancha con lechuga Kiwi	Setas variadas a la plancha con especias Pescadilla a la plancha con acelgas Pera	Pimientos de Padrón Revuelto de caballa con hummus Manzana	Carpaccio de tomate y aguacate con anchoas Pechuga de pavo a la plancha con lechuga y tomate Naranja	Salteado de champiñón con tomates cherry y orégano Salmón a la plancha con lechuga Albaricoques

Elaboración propia con la aplicación DietoPro.com

Tabla 2. Menú Lunes detallado

	Plato	Ingredientes y recetas	Alérgenos
Desayuno 09:00	Café con leche entera, kiwi y nueces	cantidades 1 persona: Café (infusión) : 50 g , Leche entera : 300 g (1 taza) , Kiwi : 160 g (2 unidades) , Nuez pelada : 20 g (4 nueces)	Lácteos, frutos secos
Tentempié 1 11:00	Jamón serrano y queso curado	cantidades 1 persona: Jamón serrano : 75 g , Queso de cabra curado : 75 g (3 lonchas)	Lácteos
Comida 14:00	Aguacate relleno de atún y huevo cocido	cantidades 1 persona: Aguacate/ palta : 75 g (1/3 pieza) , Atún enlatado en agua : 30 g (1/2 lata redonda peq.) , Huevo de gallina : 35 g , Pepino : 50 g , Tomate crudo : 45 g (2 rodajas) , Aceite de oliva : 5 g (1 cucharada de postre) , Sal común : 0.5 g , Limón : 15 g , Pimienta negra : 1 g (Al gusto) 1. Cortar el aguacate con piel por la mitad y sacar la semilla. 2. Cocer un huevo en agua hirviendo durante 10 minutos. Pelar y picar fino. 3. Sacar con un cuchara la pulpa del aguacate sin llegar a la piel, colocarla en un bol y añadir el tomate y el pepino troceados en pequeños trozos. Aliñar con aceite de oliva, limón, sal y pimienta. 4. Añadir el atún escurrido y desmenuzado y el huevo duro picado, mezclar todo el conjunto con un tenedor. 5. Rellenar las mitades de aguacate con la mezcla.	Huevos, pescado
	Bacalao a la plancha con acelgas	cantidades 1 persona: Bacalao fresco : 300 g (1/4 de unidad de 1,5 kg :) , Aceite de oliva : 15 g , Acelgas : 150 g (1 plato grande) , Sal común : 1 g 1. Asar a la plancha el lomo de bacalao limpio de espinas. 2. Escaldar en agua hirviendo las acelgas picadas finas durante 5 minutos. Escurrir y saltear con la cantidad sugerida de aceite. 3. Emplatarse el bacalao con las acelgas de guarnición.	Pescado
	Manzana	cantidades 1 persona: Manzana roja : 180 g	
Merienda 1 17:30	Yogur con calcio y cacahuetes	cantidades 1 persona: Yogur con calcio nat. edulc. : 250 g (2 unidades) , Cacahuete/ maní sin cáscara : 25 g (20 unidades)	Lácteos, cacahuetes
Cena 21:30	Ensalada crudivegana	cantidades 1 persona: Aceite de oliva : 8 g (1 cucharada de postre) , Espinaca : 60 g , Lechuga : 50 g (4 hojas grandes) , Pepino : 75 g , Remolacha : 24 g , Zanahoria : 80 g (1 unidad mediana (80g)) , Vinagre : 5 g (Al gusto) , Aguacate/ palta : 75 g (1/3 pieza) , Semillas de lino : 3 g 1. Lavar y trocear la lechuga, el pepino, la zanahoria y el aguacate. 2. Preparar el aliño mezclando el aceite de oliva, el vinagre y la sal. Batir para que emulsione. 3. Emplatarse en la base las hojas de espinacas picadas finas y mezcladas con la lechuga, colocar encima las hortalizas troceadas y espolvorear con lino molido. 4. Regar la ensalada con el aliño.	Sulfitos
	Tortilla de espárragos verdes	cantidades 1 persona: Huevo de gallina : 60 g (1 unidad talla M) , Aceite de oliva : 10 g (1 cucharada sopera) , Espárrago : 125 g , Clara de huevo pasteurizada : 105 g (3 unidades) , Sal común : 1 g 1. Lavar y trocear los espárragos. Saltear en una sartén caliente hasta que estén dorados. 2. Batir el huevo con la clara previamente sazonadas y agregar los espárragos salteados. 3. Poner a calentar el aceite sugerido en una sartén, verter y extender la mezcla, dejar cuajar 5 minutos, doblar por la mitad y voltear para que se cuaje por el otro lado.	Huevos
	Mandarinas	cantidades 1 persona: Mandarina : 300 g	

Elaboración propia con la aplicación DietoPro.com

Tabla 3. Menú Martes detallado

	Plato	Ingredientes y recetas	Alérgenos
Desayuno 09:00	Yogur griego con semillas de sésamo y arándanos	cantidades 1 persona: Yogur griego : 250 g (2 unidades) , Semillas de sésamo blancas : 15 g (1 cucharada sopera) , Arándanos : 100 g	Lácteos, sésamo
Tentempié 1 11:00	Hummus con bastones de zanahoria y pepino	cantidades 1 persona: Hummus : 75 g (1/3 de tarina de 240 g) , Zanahoria : 100 g (1 unidad grande (100g)) , Pepino : 125 g (1 unidad mediana) 1. Colocar el hummus en un bol acompañado con pepino y zanahoria cortados en bastones.	Sésamo
Comida 14:00	Parrillada de espárragos verdes y berenjena	cantidades 1 persona: Aceite de oliva : 8 g (1 cucharada de postre) , Espárrago : 200 g , Berenjena : 270 g (3/4 de unidad de 370g) , Sal común : 0.5 g 1. Cortar la berenjena en rodajas y los espárragos trigueros a lo largo si son muy gruesos. 2. Añadir a la sartén la cantidad indicada de aceite y asar a fuego vivo las hortalizas.	
	Hamburguesa de pollo con calabacín	cantidades 1 persona: Aceite de oliva : 10 g (1 cucharada sopera) , Calabacín/ zapallito/ zucchini : 200 g , Hamburguesa de pollo : 260 g (3 unidades) , Sal común : 1 g 1. Asar a la plancha la hamburguesa de pollo. 2. En una sartén caliente con la cantidad sugerida de aceite asar el calabacín cortado en rodajas. 3. Emplatar la hamburguesa con el calabacín asado.	
	Nectarina	cantidades 1 persona: Nectarina : 130 g	
Merienda 1 17:30	Snack de tortilla francesa y brotes tiernos	cantidades 1 persona: Huevo de gallina : 60 g (1 unidad talla M) , Aceite de oliva : 15 g , Sal común : 1 g , Lechuga : 100 g (1 bol) , Clara de huevo pasteurizada : 140 g (4 unidades) 1. Batir el huevo con las claras previamente sazonadas. 2. Poner a calentar el aceite sugerido en una sartén, verter y extender la mezcla, dejar cuajar 5 minutos, doblar por la mitad y voltear para que se cuaje por el otro lado. 3. Emplatar la tortilla con los brotes.	Huevos
Cena 21:30	Hervido de calabacín, nabo y zanahoria	cantidades 1 persona: Aceite de oliva : 8 g (1 cucharada de postre) , Calabacín/ zapallito/ zucchini : 120 g , Nabo : 120 g , Zanahoria : 80 g (1 unidad mediana (80g)) , Sal común : 0.5 g 1. Lavar y pelar el nabo y la zanahoria. Podemos conservar la piel del calabacín si lo lavamos bien. 2. Poner a cocer las tres hortalizas cortadas en dados gruesos de similar tamaño. 3. Cocer durante 20 minutos o hasta que estén tiernas 4. Emplatar con un poco de caldo de la cocción, sazonar y aliñar con aceite de oliva.	
	Merluza a la plancha con brócoli	cantidades 1 persona: Merluza : 350 g , Brócoli : 175 g (1/2 pieza de 420g) , Aceite de oliva : 10 g (1 cucharada sopera) , Sal común : 0.5 g , Pimienta negra : 1 g (Al gusto) 1. Asar a la plancha la merluza previamente salpimentada. 2. Trocear el brócoli en ramilletes de similar tamaño y cocer en agua hirviendo durante 15 minutos. Escurrir y aliñar con aceite de oliva en crudo, también se pueden añadir especias o hierbas aromáticas al gusto. 3. Emplatar la merluza con el brócoli cocido de guarnición.	Pescado
	Albaricoques	cantidades 1 persona: Albaricoque/ damasco/ chabacano : 250 g	

Elaboración propia con la aplicación DietoPro.com

Tabla 4. Menú Miércoles detallado

	Plato	Ingredientes y recetas	Alérgenos
Desayuno 09:00	Leche entera, revuelto de jamón cocido y fresas	cantidades 1 persona: Huevo de gallina : 60 g (1 unidad talla M) , Aceite de oliva : 5 g (1 cucharada de postre) , Jamón cocido : 45 g (2 lonchas finas rectangulares) , Fresa o fresón : 160 g , Leche entera : 300 g (1 taza) , Clara de huevo pasteurizada : 70 g (2 unidades) 1. Verter en una sartén caliente con el aceite de oliva sugerido, el huevo batido y mezclado con el jamón cocido cortado en dados. 2. Cuajar el revuelto sin parar de remover. 3. Tomar el revuelto acompañado de las fresas y la leche entera.	Lácteos, huevos
Tentempié 1 11:00	Yogur griego	cantidades 1 persona: Yogur griego : 250 g (2 unidades)	Lácteos
Comida 14:00	Calabaza al horno con aliño de especias	cantidades 1 persona: Aceite de oliva : 10 g (1 cucharada sopera) , Calabaza/ zapallo : 250 g , Jengibre : 1 g (Al gusto) , Limón : 30 g , Sal común : 0.5 g , Pimienta blanca : 1 g (Al gusto) , Comino : 1 g (Al gusto) 1. Cortar la calabaza por la mitad y con la ayuda de una cuchara retirar las pepitas. Partir cada mitad en 4 gajos. 2. Preparar un aliño mezclando el aceite de oliva con el zumo de limón, la pimienta, la sal, el comino y el jengibre en polvo. Batir bien para que emulsione la mezcla. 3. Colocar los gajos de calabaza en una fuente apta para horno y untar cada uno con el aliño de especias. 4. Hornear a 200°C durante 30 minutos.	
	Salmón a la plancha con alcachofas	cantidades 1 persona: Salmón : 300 g (1 1/2 rodaja/lomo) , Aceite de oliva : 10 g (1 cucharada sopera) , Alcachofa/ alcaucil : 260 g (1 1/2 unidad de 200g) , Sal común : 1 g 1. Asar a la plancha el filete de salmón limpio de espinas. 2. Limpiar las alcachofas eliminando las hojas externas y cortando las puntas. Cortar las alcachofas en láminas finas y saltear con la cantidad sugerida de aceite. 3. Emplatar el salmón con el salteado de alcachofas.	Pescado
	Kiwi	cantidades 1 persona: Kiwi : 160 g (2 unidades)	
Merienda 1 17:30	Hummus con bastones de zanahoria y pepino	cantidades 1 persona: Hummus : 50 g , Zanahoria : 80 g (1 unidad mediana (80g)) , Pepino : 100 g (1 unidad pequeña) 1. Colocar el hummus en un bol acompañado con pepino y zanahoria cortados en bastones.	Sésamo
Cena 21:30	Ensalada andaluza	cantidades 1 persona: Aceite de oliva : 10 g (1 cucharada sopera) , Lechuga : 70 g (1 plato hondo) , Pepino : 120 g (1 unidad mediana) , Pimiento rojo : 150 g , Vinagre : 10 g (Al gusto) , Sal común : 1 g 1. Lavar y cortar en dados de similar tamaño el pimiento rojo y el pepino. Lavar y trocear la lechuga. 2. Preparar el aliño mezclando el aceite de oliva, el vinagre y la sal. Batir para que emulsione. 3. Emplatar las hortalizas y regar con el aliño.	Sulfitos
	Lomo adobado a la plancha con lechuga	cantidades 1 persona: Aceite de oliva : 10 g (1 cucharada sopera) , Sal común : 0.5 g , Lomo adobado : 180 g (4 filetes) , Lechuga : 50 g (4 hojas grandes) 1. Asar las cortadas de lomo adobado en la plancha caliente. 2. Lavar y trocear la lechuga, salar y aceitar. 3. Emplatar el lomo con la lechuga aliñada.	
	Kiwi	cantidades 1 persona: Kiwi : 160 g (2 unidades)	

Elaboración propia con la aplicación DietoPro.com

Tabla 5. Menú Jueves detallado

	Plato	Ingredientes y recetas	Alérgenos
Desayuno 09:00	Bol de yogur desnatado con fresas y mix de frutos secos	cantidades 1 persona: Yogur natural desnatado : 250 g (2 unidades) , Nuez pelada : 20 g (4 nueces) , Pistacho con cáscara : 20 g (1 puñado pequeño (sin cáscara)) , Almendra sin cáscara : 20 g (15 almendras) , Fresa o fresón : 200 g (10 unidades) 1. Lavar y trocear las fresas. 2. Incorporar el yogur desnatado en un bol, añadir la frutas con los frutos secos y mezclar.	Lácteos, frutos secos
Tentempié 1 11:00	Rollitos de jamón cocido con queso curado de cabra y moras	cantidades 1 persona: Jamón cocido : 80 g , Queso de cabra curado : 75 g (3 lonchas) , Mora : 80 g (30 unidades) 1. Cortar en bastones el queso curado de cabra y enrollar cada uno de ellos con una porción de jamón cocido. 2. Acompañar los rollitos con unas moras.	Lácteos
Comida 14:00	Ensalada de lechuga, tomate, zanahoria, pavo y queso feta	cantidades 1 persona: Aceite de oliva : 8 g (1 cucharada de postre) , Lechuga : 50 g (4 hojas grandes) , Pechuga de pavo (fiambre) : 60 g (5 lonchas) , Queso feta : 30 g (1 loncha) , Sal común : 0.5 g , Zanahoria : 60 g (2 puñados) , Tomate crudo : 90 g (4 rodajas) 1. Lavar y trocear en trozos de similar tamaño, la lechuga, el tomate y la zanahoria. 2. Emplatar las hortalizas en la base y añadir el pavo y el queso feta en dados. 3. Sazonar y aliñar con aceite de oliva.	Lácteos
	Filete de ternera a la plancha con tomate natural	cantidades 1 persona: Aceite de oliva : 10 g (1 cucharada sopera) , Carne magra de ternera : 250 g (2 filetes) , Sal común : 1 g , Tomate crudo : 250 g (1 tomate grande) 1. Asar a la plancha el filete de ternera sazonado. 2. Emplatar la ternera con el tomate troceado y aliñado con aceite de oliva.	
	Melocotón	cantidades 1 persona: Melocotón, durazno : 220 g	
Merienda 1 17:30	Tortilla de claras con calabacín y sésamo	cantidades 1 persona: Clara de huevo pasteurizada : 105 g (3 unidades) , Calabacín/ zapallito/ zucchini : 125 g , Aceite de oliva : 8 g (1 cucharada de postre) , Huevo de gallina : 60 g (1 unidad talla M) , Semillas de sésamo blancas : 5 g (1 cucharada de postre) 1. Cortar el calabacín en tacos y saltear en una sartén. 2. En cazuela de barro echar el huevo y las claras sugeridas junto con los tacos de calabacín y el sésamo. Salar. 3. Colocar en el microondas 3-4 minutos a máxima potencia. 4. También podemos cuajar la tortilla vertiendo en una sartén caliente las claras y el huevo batidos junto al calabacín y las semillas de sésamo. Nota: Las claras (ovoproducto pasteurizado) pueden comprarse en envases de 300 ml (10 claras aproximadamente).	Huevos, sésamo
Cena 21:30	Setas variadas a la plancha con especias	cantidades 1 persona: Aceite de oliva : 10 g (1 cucharada sopera) , Champiñón o seta : 250 g , Perejil : 3 g (Al gusto) , Comino : 2 g (Al gusto) , Cúrcuma : 2 g (Al gusto) , Sal común : 0.5 g 1. Limpiar bien y trocear al gusto las setas o champiñones. 2. Poner a asar en una sartén caliente, agregar al final una mezcla de aceite de oliva con perejil picado, sal, comino y cúrcuma.	
	Pescadilla a la plancha con acelgas	cantidades 1 persona: Pescadilla : 300 g (2 unidades) , Aceite de oliva : 15 g , Acelgas : 150 g (1 plato grande) , Sal común : 1 g , Ajo : 10 g (2 dientes) 1. Cortar y desechar la cabeza y la cola de la pescadilla, abrir por la mitad y retirar la espina central y laterales. Untar la plancha con unas gotas de aceite y asar la pescadilla previamente sazonada. 2. Escaldar en agua hirviendo las acelgas picadas finas durante 5 minutos. Escurrir y saltear con la cantidad sugerida de aceite y el ajo laminado. 3. Emplatar la pescadilla con las acelgas de guarnición.	Pescado
	Pera	cantidades 1 persona: Pera : 190 g (1 unidad mediana)	

Elaboración propia con la aplicación DietoPro.com

Tabla 6. Menú Viernes detallado

	Plato	Ingredientes y recetas	Alérgenos
Desayuno 09:00	Kéfir y tortilla francesa con salmón ahumado y hojas verdes	cantidades 1 persona: Huevo de gallina : 120 g (2 unidades talla M) , Aceite de oliva : 8 g (1 cucharada de postre) , Salmón ahumado : 60 g , Sal común : 0.5 g , Rúcula : 50 g , Kéfir : 200 g (1 tarina) 1. Batir el huevo previamente sazonado. 2. Poner a calentar el aceite sugerido en una sartén, verter y extender el huevo batido, dejar cuajar 3 minutos, doblar por la mitad y voltear para que se cuaje por el otro lado. 3. Emplatar la tortilla con las lonchas de salmón ahumado. Acompañar con una mini ensalada de hojas verdes, que pueden ser rúcula, canónigos, hoja de roble, espinacas baby o brotes tiernos. 4. Tomar con el kéfir.	Crustáceos, lácteos, huevos, pescado, moluscos
Tentempié 1 11:00	Queso mozzarella con fresas y nueces	cantidades 1 persona: Mozzarella Fresca Light : 125 g (1 bola) , Fresa o fresón : 160 g , Aceite de oliva : 8 g (1 cucharada de postre) , Sal común : 0.5 g , Nuez pelada : 15 g (3 nueces) 1. Lonchar el queso fresco mozzarella y cubrir el fondo del plato con las lonchas. 2. Distribuir por encima del queso las fresas laminada y las nueces picadas. 3. Aliñar con aceite de oliva y sal.	Lácteos, frutos secos
Comida 14:00	Ensalada de guisantes con queso fresco y almendras	cantidades 1 persona: Guisante, congelado, crudo : 100 g , Lechuga : 50 g (4 hojas grandes) , Pepino : 100 g (1 unidad pequeña) , Queso tipo Burgos 0% MG : 110 g (1 y 1/2 tarina) , Almendra sin cáscara : 20 g (15 almendras) , Aceite de oliva : 10 g (1 cucharada sopera) , Sal común : 0.5 g 1. Cocer en abundante agua con sal los guisantes durante 15 minutos. Escurrir y reservar. 2. Lavar y trocear el pepino y la lechuga. 3. Emplatar las hortalizas mezcladas, añadir el queso fresco en dados y las almendras picadas. 4. Sazonar y aliñar con aceite de oliva.	Lácteos, frutos secos
	Lomo de cerdo a la plancha con tomate	cantidades 1 persona: Aceite de oliva : 8 g (1 cucharada de postre) , Tomate crudo : 180 g , Lomo de cerdo : 200 g , Sal común : 0.5 g 1. Asar las cortadas de lomo de cerdo previamente sazonado en la plancha caliente. 2. Lavar y trocear el tomate, sazonar y aliñar con aceite de oliva. 3. Emplatar el lomo con el tomate de guarnición.	
	Naranja	cantidades 1 persona: Naranja : 270 g (1 unidad grande)	
Merienda 1 17:30	Kéfir y semillas de calabaza	cantidades 1 persona: Kéfir : 200 g (1 tarina) , Semillas de calabaza : 20 g (1 cuchara sopera)	Lácteos, frutos secos
Cena 21:30	Pimientos de Padrón	cantidades 1 persona: Aceite de oliva : 10 g (1 cucharada sopera) , Sal común : 0.5 g , Pimiento verde : 150 g (1 unidad mediana) 1. Lavar y secar bien los pimientos. 2. Saltear en una sartén caliente con la cantidad sugerida de aceite. 3. Sazonar y emplatar.	
	Revuelto de caballa con hummus	cantidades 1 persona: Huevo de gallina : 60 g (1 unidad talla M) , Caballa en aceite : 35 g (1 lata de 50g aprox.) , Aceite de oliva : 5 g (1 cucharada de postre) , Sal común : 0.5 g , Hummus : 15 g (1 cucharada sopera) 1. Batir el huevo con la clara previamente sazonadas y agregar la caballa escurrida y desmenuzada junto con el hummus. 2. Agregar la mezcla a una sartén caliente con el aceite de oliva sugerido y cuajar el huevo sin parar de remover.	Huevos, pescado, sésamo
	Manzana	cantidades 1 persona: Manzana roja : 180 g	

Elaboración propia con la aplicación DietoPro.com

Tabla 7. Menú Sábado detallado

	Plato	Ingredientes y recetas	Alérgenos
Desayuno 09:00	Café con leche entera, revuelto de jamón cocido y fresas	cantidades 1 persona: Huevo de gallina : 60 g (1 unidad talla M) , Aceite de oliva : 5 g (1 cucharada de postre) , Jamón cocido : 30 g (1 loncha fina rectangular) , Fresa o fresón : 120 g (5 unidades) , Leche entera : 225 g (1 vaso grande) , Clara de huevo pasteurizada : 35 g (1 unidad) , Café (infusión) : 50 g 1. Verter en una sartén caliente con el aceite de oliva sugerido, el huevo batido y mezclado con el jamón cocido cortado en dados. 2. Cuajar el revuelto sin parar de remover. 3. Tomar el revuelto acompañado de las fresas y el café con leche.	Lácteos, huevos
Tentempié 1 11:00	Snack de queso Burgos 0% y aguacate	cantidades 1 persona: Queso tipo Burgos 0% MG : 250 g , Aguacate/ palta : 200 g (1 pieza) 1. Partir el aguacate y cortar en láminas o tacos. 2. Cortar el queso a trozos.	Lácteos
Comida 14:00	Champiñones al ajillo	cantidades 1 persona: Champiñón o seta : 250 g , Aceite de oliva : 10 g (1 cucharada sopera) , Ajo : 10 g (2 dientes) , Perejil : 1 g (Al gusto) , Pimienta negra : 1 g (Al gusto) , Sal común : 0.5 g 1. Lavar y trocear los champiñones en cuartos, reservar. 2. Pelar los ajos y laminar finamente. Calentar el aceite sugerido en una sartén y poner los ajos a dorar. 3. Incorporar los champiñones y mezclar con los ajos salteados. 4. En el último momento, salpimentar y agregar el perejil picado. Mezclar y cocinar durante 2 minutos más.	
	Lubina con pesto de pistachos	cantidades 1 persona: Lubina, róbalo : 400 g (3/4 de unidad de 600 g :) , Aceite de oliva : 20 g (2 cucharas soperas) , Ajo : 10 g (2 dientes) , Pistacho con cáscara : 25 g (1 puñado pequeño (sin cáscara)) , Albahaca : 10 g (Al gusto) 1. Asar a la plancha el lomo de lubina limpio de espinas. 2. Majar en un mortero, la albahaca fresca picada, los pistachos pelados y el ajo. Agregar mientras se maja, el aceite de oliva poco a poco, para que emulsione la salsa. 3. Emplatar la lubina y cubrir con la salsa pesto.	Pescado, frutos secos
	Albaricoques	cantidades 1 persona: Albaricoque/ damasco/ chabacano : 200 g (4 unidades)	
Merienda 1 17:30	Café con leche entera	cantidades 1 persona: Leche entera : 400 g (1 tazón) , Café (infusión) : 75 g	Lácteos
	Nuez pelada	: 30 g (5 nueces)	
Cena 21:30	Carpaccio de tomate y aguacate con anchoas	cantidades 1 persona: Aceite de oliva : 8 g (1 cucharada de postre) , Cebolla o cebolleta : 30 g (1 trozo pequeño) , Pimiento rojo : 30 g , Tomate crudo : 150 g (1 tomate pequeño) , Anchoas en aceite : 16 g (4 unidades) , Vinagre : 5 g (Al gusto) , Sal común : 0.5 g , Aguacate/ palta : 75 g (1/3 pieza) 1. Pelar y lonchear el tomate y el aguacate. Colocar en capas cubriendo el fondo del plato. 2. Picar en pequeños dados el pimiento rojo y la cebolleta. Preparar una vinagreta mezclando el aceite, el vinagre, la sal y las hortalizas picadas. Batir bien para que emulsione. 3. Regar con la vinagreta el carpaccio de tomate y aguacate. 4. Colocar encima las anchoas.	Pescado, sulfitos
	Pechuga de pavo a la plancha con lechuga y tomate	cantidades 1 persona: Pavo, pechuga (fresco) : 125 g (1 filete pequeño) , Aceite de oliva : 5 g (1 cucharada de postre) , Lechuga : 30 g (2 hojas grande) , Tomate crudo : 45 g (2 rodajas) , Sal común : 0.5 g , Pimienta negra : 1 g (Al gusto) 1. Asar a la plancha la pechuga de pavo previamente salpimentada. 2. Lavar y trocear la lechuga y el tomate. Aliñar con la cantidad indicada de aceite de oliva. 3. Emplatar el pavo con las hortalizas como guarnición.	
	Naranja	cantidades 1 persona: Naranja : 270 g (1 unidad grande)	

Elaboración propia con la aplicación DietoPro.com

Tabla 8. Menú Domingo detallado

	Plato	Ingredientes y recetas	Alérgenos
Desayuno 09:00	Yogur griego con semillas de sésamo y arándanos	cantidades 1 persona: Yogur griego : 250 g (2 unidades) , Semillas de sésamo blancas : 15 g (1 cuchara sopera) , Arándanos : 100 g	Lácteos, sésamo
Tentempié 1 11:00	Tortilla de claras con hummus	cantidades 1 persona: Clara de huevo pasteurizada : 105 g (3 unidades) , Hummus : 45 g (3 cucharadas soperas) , Aceite de oliva : 8 g (1 cucharada de postre) , Huevo de gallina : 60 g (1 unidad talla M) 1. Utilizar una cazuela de barro pequeña, de aproximadamente unos 20 cm de diámetro. 2. Echar el huevo y las claras en él junto con la cantidad indicada de hummus, y poner en el microondas durante unos 3-4 minutos aproximadamente. 3. También podemos cuajar la tortilla vertiendo en una sartén caliente las claras y el huevo batidos junto con el hummus. Nota: Las claras (ovoproducto pasteurizado) pueden comprarse en envases de 300 ml (10 claras aproximadamente).	Huevos, sésamo
Comida 14:00	Espárragos blancos con picada de cebolleta y bonito	cantidades 1 persona: Espárrago blanco : 125 g (7 espárragos medianos) , Bonito en aceite : 90 g (2 latas redondas peq.) , Cebolla o cebolleta : 70 g , Aceite de oliva : 10 g (1 cucharada sopera) , Vinagre : 8 g (Al gusto) , Sal común : 0.5 g 1. Sacar los espárragos del envase y escurrir. 2. Preparar la picada cortando en juliana fina la cebolleta y mezclandola con el bonito escurrido y desmenuzado. Aliñar con aceite de oliva, vinagre de manzana y sal. 3. Emplatar los espárragos y cubrir con la picada de bonito y cebolleta.	Pescado, sulfitos
	Pechuga de pavo a la plancha con berenjena	cantidades 1 persona: Aceite de oliva : 8 g (1 cucharada de postre) , Berenjena : 150 g , Pavo, pechuga (fresco) : 150 g (1 filete mediano) , Sal común : 0.5 g 1. Asar a la plancha el filete de pechuga de pavo sazonado. 2. En una sartén caliente con la cantidad sugerida de aceite asar la berenjena cortada en rodajas. 3. Emplatar el pavo con la berenjena asada.	
	Pera	cantidades 1 persona: Pera : 190 g (1 unidad mediana)	
Merienda 1 17:30	Yogur con calcio y almendras	cantidades 1 persona: Yogur con calcio nat. edulc. : 250 g (2 unidades) , Almendra sin cáscara : 20 g (15 almendras)	Lácteos, frutos secos
Cena 21:30	Salteado de champiñón con tomates cherry y orégano	cantidades 1 persona: Champiñón o seta : 200 g (1 bandeja/lata pequeña) , Tomate crudo : 100 g (4 rodajas) , Sal común : 0.5 g , Aceite de oliva : 10 g (1 cucharada sopera) , Orégano : 2 g (Al gusto) , Perejil : 2 g (Al gusto) 1. Limpiar los champiñones eliminando la parte terrosa del pie. Cortar en cuartos. 2. Partir por la mitad los tomates cherry. 3. Calentar el aceite de oliva indicado en una sartén y agregar los champiñones sazonados. Rehogar hasta que mermen de tamaño y añadir los tomates cherry. 4. Saltear brevemente el conjunto espolvoreado de orégano y perejil picado, a fuego vivo.	
	Salmón a la plancha con lechuga	cantidades 1 persona: Lechuga : 40 g (3 hojas grandes) , Salmón : 220 g , Sal común : 0.5 g , Aceite de oliva : 8 g (1 cucharada de postre) 1. Asar a la plancha el filete de salmón limpio de espinas. 2. Emplatar el salmón asado con la lechuga lavada, troceada y aliñada con aceite de oliva.	Pescado
	Albaricoques	cantidades 1 persona: Albaricoque/ damasco/ chabacano : 250 g	

Elaboración propia con la aplicación DietoPro.com

ANEXO II. DOCUMENTO CONSENTIMIENTO INFORMADO Y CONFIDENCIALIDAD DE LOS DATOS PERSONALES



Efectos de la implementación de una dieta baja en carbohidratos y alta en grasa en la composición corporal y el rendimiento de ciclistas amateurs

CONSENTIMIENTO INFORMADO Y CONFIDENCIALIDAD DE LOS DATOS

Se me ha explicado y he entendido la propuesta del estudio para valorar los efectos de una dieta baja en carbohidratos y alta en grasa en la composición corporal y en el rendimiento. Por ello, doy mi consentimiento para participar en dicho estudio y que los resultados puedan ser utilizados en el proyecto de investigación sobre el tema que se está realizando, asegurando la confidencialidad de los datos.

Zaragoza, de de 2021

NOMBRE: _____

DNI:

FIRMA

ANEXO III. HOJA DE REGISTRO EVALUACIÓN DEL PROCESO**HOJA DE REGISTRO EVALUACIÓN**

Indique del 1 al 5 el grado de conformidad con la intervención propuesta.

Siendo 1 totalmente en desacuerdo y 5 totalmente de acuerdo

	PREGUNTAS	GRADO DE SATISFACCIÓN				
		1	2	3	4	5
EVALUACIÓN DEL PROCESO	1. Estoy satisfecho con los entrenos propuestos					
	2. Estoy satisfecho con la dieta que nos han proporcionado					
	3. Estoy motivado en la participación del estudio					
	4. Me ha resultado fácil seguir la dieta propuesta					
	5. Me ha resultado fácil seguir los entrenamientos propuestos					