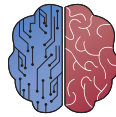




UNIVERSIDAD DE BURGOS
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
Grado en Ingeniería de la Salud



INGENIERÍA
DE LA SALUD

**TFG del Grado en Ingeniería de la
Salud**

**Influencia de la
suplementación con
bifidobacterias en el estado
oxidativo de deportistas de
Crossfit
Documentación Técnica**

Presentado por Ignacio González Arnaiz
en Universidad de Burgos

8 de julio de 2024

Tutores: Natalia Busto Vázquez

Índice general

| | |
|---|------------|
| Índice general | i |
| Índice de figuras | iii |
| Índice de tablas | iv |
| Apéndice A Plan de Proyecto Software | 1 |
| A.1. Introducción | 1 |
| A.2. Planificación temporal | 1 |
| A.3. Planificación económica | 2 |
| A.4. Viabilidad legal | 4 |
| Apéndice B Documentación de usuario | 5 |
| B.1. Requisitos software y hardware para ejecutar el proyecto. . . | 5 |
| B.2. Instalación / Puesta en marcha | 5 |
| Apéndice C Manual del investigador | 7 |
| C.1. Estructura de directorios | 7 |
| C.2. Instrucciones para la modificación o mejora del proyecto. . . | 7 |
| Apéndice D Descripción de adquisición y tratamiento de datos | 9 |
| D.1. Descripción formal de los datos | 9 |
| D.2. Descripción clínica de los datos | 9 |
| Apéndice E Manual de especificación de diseño | 11 |
| E.1. Planos | 11 |
| E.2. Diseño arquitectónico | 11 |

| | |
|--|-----------|
| Apéndice F Especificación de Requisitos | 13 |
| F.1. Diagrama de casos de uso | 13 |
| F.2. Explicación casos de uso. | 13 |
| F.3. Prototipos de interfaz o interacción con el proyecto. | 13 |
| Apéndice G Estudio experimental | 15 |
| G.1. Cuaderno de trabajo. | 15 |
| G.2. Configuración y parametrización de las técnicas | 21 |
| G.3. Detalle de resultados. | 22 |
| Apéndice H Anexo de sostenibilización curricular | 23 |
| H.1. Introducción | 23 |
| H.2. Derechos Humanos y Valores Democráticos | 23 |
| H.3. Igualdad de Género y No Discriminación | 24 |
| H.4. Accesibilidad Universal | 24 |
| H.5. Sostenibilidad y Cambio Climático | 24 |
| H.6. Reflexión Personal | 25 |
| Bibliografía | 27 |

Índice de figuras

| | |
|--|---|
| A.1. Diagrama de Gantt de la planificación temporal. Fuente propia con GanttPRO | 2 |
|--|---|

Índice de tablas

| | |
|---|---|
| A.1. Desglose del presupuesto experimental. Fuente propia | 3 |
|---|---|

Apéndice A

Plan de Proyecto Software

A.1. Introducción

Aunque este Trabajo de Fin de Grado no se centre en el desarrollo de un software, sino en un ensayo experimental sobre el efecto de la suplementación con probióticos en deportistas de Crossfit, se ha considerado importante incluir igualmente un plan de proyecto software. Esto se debe a que, al tratarse de una investigación que implica distintas fases, es de vital importancia contar con una adecuada planificación temporal, económica y legal para garantizar la viabilidad y el éxito del proyecto.

El plan de proyecto software abordará los siguientes aspectos clave:

A.2. Planificación temporal

La planificación temporal de la investigación se llevó a cabo en tres etapas principales y fue desarrollada teniendo en cuenta las necesidades de la investigación y las circunstancias personales (Figura [A.1](#)).

La primera etapa fue la fase bibliográfica y experimental, que se realizó durante los meses de febrero a abril. Primero se realizó una amplia búsqueda bibliográfica y seguidamente se comenzó con los protocolos experimentales. Esta fase incluyó la cuantificación de proteínas mediante Bradford y Nanodrop, la cuantificación de proteínas carboniladas, la cuantificación de peroxidación lipídica mediante Malondialdehído, y la cuantificación de la capacidad antioxidante total mediante FRAP, así como la cuantificación del glutatión reducido y oxidado. Cada experimento se realizó siguiendo los protocolos establecidos, garantizando de este modo la precisión y fiabilidad

de los resultados. Se llevó también a cabo una amplia búsqueda bibliográfica en torno al tema de este Trabajo de Fin de Grado.

Seguidamente, durante el mes de mayo se procedió con el análisis de los datos experimentales. Esta etapa implicó el uso de software especializado (Microsoft Excel y Statgraphics 19) para la interpretación de los resultados experimentales y la aplicación de técnicas estadísticas adecuadas, como el ANOVA, para determinar la significancia de los datos.

Finalmente, de manera progresiva y finalizando en junio, se llevó a cabo la redacción de la memoria y los anexos. Esta fase incluyó la documentación detallada de cada una de las etapas anteriores, la organización y presentación de los resultados y la elaboración de las conclusiones finales. Se hizo hincapié en la claridad y coherencia del documento, asegurando que reflejara fielmente todo el proceso de investigación y los hallazgos obtenidos. La memoria fue estructurada de manera que su comprensión fuera simple y sirviera como referencia para futuros estudios en el área.



Figura A.1: Diagrama de Gantt de la planificación temporal. Fuente propia con GanttPRO

A.3. Planificación económica

Se va a desglosar un presupuesto aproximado de los costes experimentales, considerando materiales, los equipos y cualquier otro recurso necesario ya que una gestión económica adecuada es primordial para mantener el proyecto dentro de dicho presupuesto.

Para este presupuesto se van a considerar 3 grandes grupos, los materiales, los equipos y otros recursos. Se ha tenido en cuenta también la realización cada método experimental una única vez, salvo el malondialdehído que tuvo que realizarse tres veces para lograr obtener un resultado correcto. Los precios fueron calculados con ayuda de la tutora y de manera aproximada, puesto que variaban mucho dependiendo del distribuidor y de la cantidad adquirida.

En primer lugar, teniendo en cuenta que se partió originalmente de 82 muestras, el presupuesto de materiales y reactivos para los 7 ensayos (Bradford, Nanodrop, Carbonilos, MDA, FRAP, GSH y GSSG) es aproximadamente de 2350€.

El presupuesto para los equipos y software es notablemente más elevado que el de materiales y reactivos ya que es sabido que los equipos utilizados en un laboratorio tienen un alto coste económico. El coste de todos los equipos utilizados para este TFG es de alrededor de 93000€. No obstante, se ha decidido prorratear el coste de cada equipo con el de esta investigación ya que cada uno de los equipos utilizados no son específicos para este ensayo, sino que sirven para multitud de proyectos, y de este modo se obtiene un presupuesto más asequible y ajustado. El presupuesto total prorrateado para la investigación es de 3350€.

Por último, como otros recursos se ha tenido en cuenta la gestión de residuos, el uso de electricidad para los equipos y el agua, obteniendo un presupuesto aproximado de 200€. Se ha incluido también como recursos, el trabajo del personal. Teniendo en cuenta que un biólogo en España tiene un salario promedio de 13€ la hora [11], se calcula que aproximadamente el coste de un investigador para todo el proyecto es de 1760€

Concluyendo, el presupuesto total teniendo en cuenta materiales (2350€), equipos y software (3350€) y recursos (1760€), asciende a un total aproximado de 7460€ (Tabla A.1).

| Concepto | Coste Aproximado (€) |
|------------------------|----------------------|
| Materiales y Reactivos | 2350 |
| Equipos y Software | 3350 |
| Otros Recursos | 1760 |
| Total | 7460 |

Tabla A.1: Desglose del presupuesto experimental. Fuente propia

Un posible plan de explotación de este proyecto sería la colaboración con nutricionistas para establecer criterios de suplementación con probióticos, vendiendo los conocimientos adquiridos gracias al ensayo, en caso de unos resultados favorables de la investigación.

A.4. Viabilidad legal

Este apartado se centra en el cumplimiento de las leyes y regulaciones vigentes, asegurando un manejo adecuado de los datos y el uso de licencias apropiadas para las aplicaciones utilizadas. A continuación, se detallan los aspectos clave de esta viabilidad:

1. Aprobación del Comité de Bioética: Este proyecto cuenta con la aprobación del Comité de Ética para las investigaciones con seres humanos, sus muestras y sus datos (CEISH) de Universidad del País Vasco (M10_2022_199), lo que garantiza que todas las actividades experimentales se llevan a cabo conforme a los principios éticos y legales aplicables. El informe favorable del comité respalda la adecuación ética de los métodos y procedimientos empleados en el estudio.
2. Cumplimiento de las Leyes y Regulaciones del Tratamiento de Datos: Este ensayo se ajusta a las normativas de protección de datos personales [5], garantizando que cualquier información recopilada se maneje de manera segura y confidencial. La obtención del consentimiento informado [4] de los participantes es un aspecto primordial que remarcar, ya que asegura que los sujetos comprendan el propósito del estudio y cómo serán utilizados sus datos.
3. Licencias de Aplicaciones: Se ha llevado a cabo una verificación de todas las aplicaciones y software utilizados durante el proyecto, asegurando que cumplen con las respectivas licencias. Esto garantiza que el uso de herramientas informáticas sea legal y conforme a los términos de servicio establecidos por los proveedores. Las aplicaciones que cuentan con licencia han sido las siguientes:
 - Microsoft Excel [12]
 - Statgraphics 19 [10]
 - Gen 5 Microplate Reader and Imager Software [1]
 - NanoDrop DeNovix [6]

Apéndice B

Documentación de usuario

B.1. Requisitos software y hardware para ejecutar el proyecto.

Para la correcta ejecución del proyecto, se requiere un conjunto de recursos de software y hardware específicos. A nivel de software, se necesita la instalación del programa Microsoft Excel para el análisis de datos, junto con el programa Statgraphics 19 para el análisis estadístico. Además, es requerido el uso de la herramienta de publicación y redacción Overleaf para la gestión de la memoria y el anexo. En cuanto a los requisitos de hardware, se necesita un ordenador con la memoria suficiente y la capacidad de procesamiento adecuada para el manejo de los datos experimentales.

B.2. Instalación / Puesta en marcha

Para poder analizar el proyecto correctamente, se recomienda seguir los siguientes pasos:

1. Instalar Microsoft Excel y Statgraphics 19 en el ordenador desde el que se analizará el proyecto.
2. Crear una cuenta en Overleaf y configurar el entorno para la lectura de la memoria y el anexo (si se prefiere, se puede llevar a cabo la lectura mediante los archivos PDF entregados).
3. Asegurarse de que el ordenador cumpla con los requisitos de hardware necesarios mencionados anteriormente.

Apéndice C

Manual del investigador

C.1. Estructura de directorios

Los documentos entregados comprenden varios elementos cruciales para la investigación realizada. En primer lugar, se entrega en formato PDF la memoria del proyecto que presenta el contexto teórico, metodológico y los hallazgos principales del estudio. Además, se incluyen los archivos Excel que detallan los resultados obtenidos en cada experimento, proporcionando datos cuantitativos y cualitativos clave para el posterior análisis estadístico y sus respectivos archivos Statgraphics con los análisis estadísticos. Complementando estos documentos, se encuentra el anexo en formato PDF que ofrece información adicional relevante para la comprensión integral de los resultados y el procedimiento experimental empleado. Todos estos materiales forman un conjunto completo que respalda de manera efectiva el estudio realizado.

C.2. Instrucciones para la modificación o mejora del proyecto.

Para que el trabajo pueda ser mejorado en futuras ediciones, se podrían seguir una serie de pautas que se detallan a continuación:

- Ampliar las fronteras del estudio mediante la consideración de un mayor número de sujetos a evaluar para lograr unos resultados estadísticamente más significantes. Se podría también diversificar la población diana

del estudio, con un mayor rango de edad y centrándose en distintas modalidades deportivas.

- Ampliar el número de biomarcadores de estrés oxidativo a analizar.
- Estudiar la relación entre los distintos biomarcadores de estrés oxidativo para la obtención de un único índice.
- Incorporar técnicas avanzadas de análisis de datos, como por ejemplo el uso de algoritmos de aprendizaje automático, para mejorar la interpretación de los biomarcadores de estrés oxidativo.
- Realizar un seguimiento longitudinal de los participantes del ensayo para poder evaluar los efectos de la suplementación con probióticos a largo plazo.
- Evaluar los posibles efectos secundarios de la suplementación con probióticos.
- Estudiar la interacción entre la suplementación con probióticos y otros suplementos nutricionales o medicamentos que los sujetos puedan estar tomando.

Apéndice D

Descripción de adquisición y tratamiento de datos

D.1. Descripción formal de los datos

Los datos recibidos por la Universidad de Burgos son muestras biológicas, que son recibidas en formato físico y conservadas en alícuotas a una temperatura de -80°C , para evitar la degradación de los biomarcadores que se van a analizar.

D.2. Descripción clínica de los datos

Desde una perspectiva clínica, los datos recibidos son muestras biológicas de tipo sanguíneo, extraídas a deportistas de Crossfit participantes en el estudio en momentos distintos (en estado basal y post-ejercicio antes y después de la intervención) cuyo plasma ha de ser procesado para la realización de los análisis correspondientes.

Apéndice E

Manual de especificación de diseño

E.1. Planos

E.2. Diseño arquitectónico

Apéndice F

Especificación de Requisitos

- F.1. Diagrama de casos de uso
- F.2. Explicación casos de uso.
- F.3. Prototipos de interfaz o interacción con el proyecto.

Apéndice G

Estudio experimental

G.1. Cuaderno de trabajo.

Los métodos utilizados para el desarrollo de este ensayo son los siguientes:

Cuantificación de proteínas mediante Bradford

Marco teórico

Está basado en la cuantificación de proteínas mediante su unión al colorante Azul de Coomassie G-250 4.1, formando un complejo azul de distintas intensidades, en función de la concentración proteica de la muestra. La cuantificación de las proteínas se mide mediante espectrofotometría a 595 nm [13].

Protocolo experimental

1. Mezclar el reactivo Bradford en la botella y llevarlo a temperatura ambiente.
2. Preparar los estándares de proteína en el buffer (tampón fosfato 10 mM y pH=7.4) entre 0.1-1.4 mg/mL. Utilizar el estándar de proteína BSA en otro estándar de proteína equivalente.
3. Añadir 5 μ L de los estándares de BSA en los pocillos separados de la placa de 96 pocillos. Para los pocillos blancos añadir 5 μ L del buffer.
4. Añadir a cada pocillo en uso 250 μ L de Bradford y mezclar en una agitadora durante aproximadamente 30 segundos.

5. Incubar a temperatura ambiente entre 5 y 45 minutos. Medir la absorbancia a 595 nm. Hay que recordar que el complejo proteína-colorante es estable hasta los 60 minutos.
 6. Graficar la absorbancia neta versus la concentración de BSA.
 7. Determinar la concentración de proteína en la muestra comparando los valores de absorbancia neta a 595 nm contra la curva estándar.
- Cálculos: la concentración de proteína, en $\mu\text{g}/\mu\text{L}$, se calculó a partir de la recta de calibrado.
 - Reactivos:
 - Reactivo de Bradford (Sigma - Aldrich)
 - Solución estándar de proteína BSA (albúmina de suero bovino)
 - Buffer (tampón fosfato 10 mM y pH=7.4)

Cuantificación de proteínas mediante Nanodrop

Marco teórico

La cuantificación espectrofotométrica con Nanodrop se basa en la medición de la cantidad lumínica que puede absorber la muestra a distintas longitudes de onda, y midiendo de este modo concentración de proteínas totales sin distinguir su actividad [9].

Protocolo experimental

1. Homogeneizar la muestra con el vórtex.
 2. Hacer una dilución de 10:1000.
 3. Pipetear 1 μL de la disolución y depositarlo en el objetivo del Nanodrop.
 4. Medir la absorbancia de la muestra en el Nanodrop.
 5. Anotar el resultado de concentración proteica mostrada en la pantalla del Nanodrop.
- Cálculos: la concentración de proteína mostrada en la pantalla del Nanodrop es en mg/mL , se calculó convirtiéndola a g/dL y multiplicándola por la dilución.

- Reactivos: no se requieren reactivos específicos

Cuantificación de proteínas carboniladas

Marco teórico

Está basado en la unión covalente de la 2,4- dinitrofenilhidracina a los grupos carbonilos de las proteínas que es cuantificada mediante espectrofotometría a 370 nm [8].

Protocolo experimental

1. Mezclar 30 μL de plasma con 30 μL DNPH 10 mM, previamente disuelto en HCl 2.5 M.
 2. Incubar la mezcla a temperatura ambiente y protegida de la luz durante 10 minutos.
 3. Añadir 15 μL de hidróxido de sodio (NaOH) 6 M y agitar para disolver la proteína.
 4. Esperar 10 minutos y medir la muestra mediante espectrofotometría con una longitud de onda de 370nm
- Cálculos: la concentración de proteínas carboniladas, en nM/mg de proteína, se calculó a partir de la absorbancia obtenida y el coeficiente de extinción molar.
 - Reactivos:
 - Dinitrofenilhidracina (DNPH) 10mM (disuelto en HCl 2.5 M)
 - Hidróxido de sodio (NaOH) 6 M

Cuantificación de peroxidación lipídica mediante Malondialdehído (MDA)

Marco teórico

Está basado en la reacción del ácido tiobarbitúrico por el ataque en sus grupos metilenos activos del malondialdehído que es cuantificada mediante un espectrofotómetro a 530 nm [3].

Protocolo experimental

1. Precipitar 30 μL de plasma con 60 μL de TCA (8 % p/v).
 2. Enfriar durante 10 minutos a 4°C.
 3. Centrifugar a 2100g durante 15 minutos y a una temperatura de 4°C.
 4. Lavar el pellet proteico con 140 μL de TCA (6 % p/v).
 5. Obtención del pellet proteico.
 6. Añadir 200 μL de TBA (0.67 % p/v) y H_2SO_4 (1 % v/v).
 7. Incubar a 60°C durante 90 minutos.
 8. Enfriar en hielo.
 9. Centrifugar a 2100g durante 15 minutos y a una temperatura de 4°C
 10. Medir la absorbancia de 100 μL de sobrenadante en el espectrofotómetro a 530 nm.
- Cálculos: la concentración de peroxidación lipídica, en nM/mg de proteína, se calculó a partir de la curva de calibrado construida en el rango de 0-0.06 nmol MDA.
 - Reactivos:
 - Acido tricloroacético TCA (8 % p/v)
 - Acido tricloroacético TCA (6 % p/v)
 - H_2SO_4 (1 % v/v)
 - Ácido tiobarbitúrico TBA (0,67 % p/v)

Cuantificación de la capacidad antioxidante total mediante Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP)**Marco teórico**

Está basado en la cuantificación del nivel de reducción del ion férrico (localizado en el reactivo FRAP), a ion ferroso causado por la presencia de antioxidantes en la muestra. La reducción provoca un compuesto azulado, cuya intensidad depende del poder antioxidante, que es medido mediante espectrofotometría a 593 nm [2].

Protocolo experimental

1. Preparar la solución de TPTZ (10 mM) en HCl (40 mM) con cloruro férrico (20 mM) y tampón acetato (pH 3.6).
 2. Preparar el patrón de Trolox (10 mM en etanol) con 6 diluciones seriadas.
 3. Incubar la muestra de plasma con la solución de TPTZ durante 30 minutos a temperatura ambiente.
 4. Medir la absorbancia de la muestra en el espectrofotómetro a 593 nm.
- Cálculos: la concentración de capacidad antioxidante total, en equivalente de Trolox μM , se calculó a partir de la curva de calibrado.
 - Reactivos:
 - TPTZ (10 mM)
 - HCl (40 mM)
 - Cloruro férrico (20 mM)
 - Tampón acetato (pH 3.6)
 - Trolox (10 mM en etanol)
 - Etanol

Cuantificación del glutatión reducido (GSH)

Marco teórico

Método basado en la fluorescencia que se produce por la reacción específica entre el glutatión reducido y el oftalaldehído (OPA). La fluorescencia es excitada a 360 nm y medida la emisión a 460nm [7].

Protocolo experimental

1. Mezclar 10 μL de plasma con 12,5 μL de H_3PO_4 (25 %) y 37 μL de tampón fosfato (100 mM, 5 mM EDTA, pH=8.0).
2. Incubar a 4°C durante 10 minutos.
3. Centrifugar a 2100g durante 20 minutos a 4°C.

4. Tomar 10 μL del sobrenadante y mezclar con 10 μL de OPA (0,1 % en metanol) y 180 μL de tampón fosfato.
 5. Tras 15 minutos de reacción se excita la fluorescencia a 360 nm y se mide a 460 nm.
- Cálculos: la concentración glutatión reducido, en nanogramos de proteína, se calculó a partir de la curva de calibrado construida en el rango de 0-40 ng/ μL .
 - Reactivos:
 - Orto-Ftaldehido (OPA) (0,1 % p/v en metanol)
 - H_3PO_4 (25 % p/v)
 - Tampón fosfato (100 mM, 5 mM EDTA, pH=8.0)

Cuantificación del glutatión oxidado (GSSG)

Marco teórico

Método basado en la fluorescencia que se produce por la reacción específica entre el glutatión disulfuro y el oftalaldehido (OPA) pero eliminando el glutatión oxidado mediante N-etilmaleimida (forma un compuesto que no reacciona con OPA). La fluorescencia es excitada a 360 nm y medida la emisión a 460nm [7].

Protocolo experimental

1. Mezclar 10 μL de plasma con 12,5 μL de H_3PO_4 (25 %) y 37 μL de tampón fosfato (100 mM, 5 mM EDTA, pH=8.0).
2. Incubar a 4°C durante 10 minutos.
3. Centrifugar a 2100g durante 20 minutos a 4°C.
4. Tomar 10 μL del sobrenadante y mezclar con 4 μL de NEM.
5. Dejar reaccionar durante 40 minutos.
6. Tomar 10 μL del sobrenadante de la reacción anterior y mezclar con 10 μL de OPA (0,1 % en metanol) y 180 μL de tampón NaOH.
7. Tras 15 minutos de reacción se excita la fluorescencia a 360 nm y se mide a 460 nm.

- Cálculos: la concentración glutatión oxidado, en nanogramos de proteína, se calculó a partir de la curva de calibrado construida en el rango de 0-40 ng/ μ L.
- Reactivos:
 - Orto-Ftaldehído (OPA) (0,1 % p/v en metanol)
 - H₃PO₄ (25 % p/v)
 - Tampón fosfato (100 mM, 5 mM EDTA, pH=8.0)
 - NEM (N-Etilamida 0,0088g/mL)
 - NaOH (0,1N)

G.2. Configuración y parametrización de las técnicas

Los equipos necesarios para el correcto desarrollo de este ensayo son los siguientes:

- pH-metro PH50 VioLab
- Incubador IKA KS 4000 I control
- Incubador INDELAB
- Balanza analítica RADWAG AS 220.R2 PLUS
- Lector de placas BioTek Cytation 5 Cell Imaging Multimode Reader
- Centrifuga Thermo Scientific Megafuge 16R Centrifuge
- Microcentrífuga Biocen 22R orto Alresa
- Congelador Whirlpool
- NanoDrop DeNovix DS-11
- Mezclador Vorticial Fisherbrand
- Agitador magnético digital con calefacción H03D series lbx instruments
- Sistema de agua desionizada Milli-Q Direct 8

Los reactivos necesarios para llevar a cabo la totalidad de los experimentos son los siguientes:

- Reactivo de Bradford
- Solución estándar de proteína BSA (albúmina de suero bovino)
- Dinitrofenilhidracina (DNPH) 10mM (disuelto en HCl 2.5 M)
- Hidróxido de sodio (NaOH) 6 M
- Acido tricloroacético TCA (8 % p/v)
- Acido tricloroacético TCA (6 % p/v)
- H_2SO_4 (1 % v/v)
- Ácido tiobarbitúrico TBA (0,67 % p/v)
- TPTZ (10 mM)
- TPTZ (10 mM)
- HCl (40 mM)
- Cloruro férrico (20 mM)
- Tampón acetato (300mM pH 3.6)
- Trolox (10 mM en etanol)
- Etanol
- Orto-Ftaldehído (OPA) (0,1 % p/v en metanol)
- H_3PO_4 (25 % p/v)
- Tampón fosfato (100 mM, 5 mM EDTA, pH=8.0)
- NEM (N-Etilamida 0,0088g/mL)
- NaOH (0,1N)

G.3. Detalle de resultados.

Los resultados de cada método probado se encuentran de forma detallada en cada anexo entregado en formato de Excel, junto con sus respectivos análisis estadísticos en formato Statgraphics.

Apéndice H

Anexo de sostenibilización curricular

H.1. Introducción

Este Trabajo de Fin de Grado sobre el efecto de la suplementación con probióticos en deportistas de Crossfit abarca diversos campos en relación con la sostenibilidad y la responsabilidad social, los cuales son explicados a continuación.

H.2. Derechos Humanos y Valores Democráticos

Esta investigación se enmarca dentro de los principios éticos y de respeto a los derechos humanos fundamentales. Al tratarse de una investigación que involucra muestras biológicas humanas, se han seguido una serie de protocolos establecidos para garantizar la protección de los participantes, su autonomía y el consentimiento informado. Además, el proyecto ha sido aprobado por la Comisión de Bioética de la Universidad del País Vasco, velando por el cumplimiento de los valores democráticos, la equidad y la no discriminación durante el desarrollo de la investigación, como ya se ha mencionado anteriormente.

H.3. Igualdad de Género y No Discriminación

En el marco de este estudio, se ha respetado la igualdad de oportunidades y la no discriminación por razón de género, ya que se ha involucrado deportistas de Crossfit independientemente de su sexo. Como ya se ha visto, los criterios de inclusión de los participantes no establecen diferencias en función del sexo, permitiendo una distribución equitativa de hombres y mujeres en los grupos de intervención. Igualmente, el reclutamiento de los sujetos y la recopilación de datos se han realizado de forma imparcial, sin sesgos ni preferencias de género establecidas. De esta forma, se asegura que los resultados obtenidos reflejen de manera justa y representativa a la población de deportistas de Crossfit, sin ningún sesgo por razón de género.

H.4. Accesibilidad Universal

Aunque es cierto que este Trabajo de Fin de Grado no aborda directamente aspectos relacionados con la accesibilidad universal, cabe destacar que los futuros desarrollos y aplicaciones derivados de esta investigación deberán considerar la inclusión y la accesibilidad como principios fundamentales a tener en cuenta. En el contexto de la práctica deportiva y la suplementación nutricional, es de vital importancia garantizar que las intervenciones y recomendaciones sean accesibles y adaptables a las necesidades de todos los individuos, sin tener en cuenta por ejemplo sus capacidades cognitivas, sensoriales o físicas.

H.5. Sostenibilidad y Cambio Climático

Con respecto a la sostenibilidad, este estudio presenta implicaciones relevantes. La práctica del Crossfit, al ser una disciplina que combina ejercicios de alta intensidad y corta duración, se caracteriza por un elevado gasto energético y, en consecuencia, un mayor consumo de recursos. Con este enfoque, la investigación de estrategias nutricionales como en este caso, la suplementación con probióticos, puede contribuir a mejorar la eficiencia y la recuperación de los atletas, mejorando de este modo el uso de recursos y reduciendo en cierto modo el impacto ambiental que puede conllevar la práctica deportiva. De igual modo, este ensayo puede aportar conocimientos para comprender de mejor manera los mecanismos fisiológicos implicados en la adaptación al ejercicio físico intenso, lo que a su vez, permite desarrollar

estrategias de entrenamiento y recuperación más sostenibles, que permitan a los atletas alcanzar un alto rendimiento sin comprometer su salud a largo plazo.

H.6. Reflexión Personal

A lo largo de todo el desarrollo de este Trabajo de Fin de Grado, he tenido la oportunidad de adquirir y aplicar competencias variadas en relación con la sostenibilidad y la responsabilidad social.

En primer lugar, he considerado los aspectos éticos y de derechos humanos en el diseño y ejecución de la investigación, puesto que utiliza seres humanos como sujetos.

Asimismo, me he concienciado de la necesidad de promover la igualdad de género y la no discriminación en todos los ámbitos, como es en este caso en el de la investigación científica. La inclusión independientemente del sexo y la adopción de un enfoque imparcial en la recopilación y análisis de datos, me han servido para conocer como todas estas cuestiones afectan en el desarrollo de una ciencia más justa e inclusiva.

Aunque este trabajo no aborda directamente la accesibilidad universal como ya se ha comentado, he reflexionado sobre la importancia de considerarla para futuras aplicaciones y desarrollos basados en la investigación.

Por último, en relación con la sostenibilidad y el cambio climático, este estudio me ha concienciado acerca de la necesidad de buscar soluciones que puedan optimizar el uso de recursos y puedan reducir el impacto ambiental que conlleva la práctica deportiva. Las investigaciones de estrategias nutricionales, como este Trabajo de Fin de Grado, pueden contribuir a este fin, mejorando la eficiencia y recuperación de los atletas.

Bibliografía

- [1] Agilent. Microplate data analysis software, biotek plate readers | agilent. <https://www.agilent.com/en/product/microplate-instrumentation/microplate-instrumentation-control-analysis-software/imager-reader-control-analysis-software/biotek-gen5-software-for-detection-1623227>. (Accessed on 06/13/2024).
- [2] Abigail Benítez-Estrada, Javier Villanueva-Sánchez, Guillermina González-Rosendo, Víctor Eduardo Alcántar-Rodríguez, Rubén Puga-Díaz, and Adrián Guillermo Quintero-Gutiérrez. Determination of the total antioxidant capacity of food and human plasma by photochemiluminescence: Correlation with spectrophotometric (frap) and fluorometric (orac) assays. *TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 23(1):1–9, 2020.
- [3] Jesús Aguilar Diaz De Leon and Chad R Borges. Evaluation of oxidative stress in biological samples using the thiobarbituric acid reactive substances assay. *JoVE (Journal of Visualized Experiments)*, (159):e61122, 2020.
- [4] Boletín Oficial del Estado. Ley 41/2002, de 14 de noviembre, básica reguladora de la autonomía del paciente y de derechos y obligaciones en materia de información y documentación clínica. *BOE de*, 15(11):2002, 2002.
- [5] Boletín Oficial del Estado. Ley orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de protección de datos personales y garantía de los derechos digitales. *BOE de*, 15(11):70, 2018.

- [6] DeNovix. Espectrofotómetro denovix ds-11 frente a thermo fisher nanodrop™ one. <https://www.denovix.com/ds-11-fx-spectrophotometer-fluorometers-compared-nanodrop-one/>. (Accessed on 06/14/2024).
- [7] Laura Andrea Denzoin Vulcano, Alejandro Luis Soraci, and Maria Ofelia Tapia. Homeostasis del glutatión. *Acta bioquímica clínica latinoamericana*, 47(3):0–0, 2013.
- [8] Verónica Irazusta, Armando Moreno-Cermeño, Joaquim Ros, and Jordi Tamarit. Estrategias proteómicas para el análisis de grupos carbonilo como marcadores de daño oxidativo en proteínas. 2008.
- [9] Thermo Scientific. 3091-nanodrop-one-user-guide-v1.3-sw-spanish.pdf (protegido). <https://assets.thermofisher.com/TFS-Assets/CAD/manuals/3091-NanoDrop-One-User-Guide-v1.3-sw-SPANISH.pdf>. (Accessed on 06/14/2024).
- [10] Statgraphics. Download statgraphics centurion 19. <https://www.statgraphics.com/download19>. (Accessed on 06/13/2024).
- [11] Talent. Salario para biólogo en españa - salario medio. <https://es.talent.com/salary?job=bi%C3%B3logo>. (Accessed on 06/13/2024).
- [12] Wikipedia. Microsoft excel - wikipedia, la enciclopedia libre. https://es.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Excel. (Accessed on 06/13/2024).
- [13] Wikipedia. Método de bradford - wikipedia, la enciclopedia libre. https://es.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9todo_de_Bradford. (Accessed on 06/14/2024).