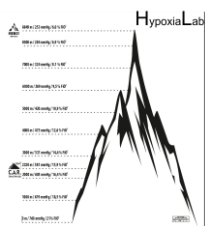


ACG199/8: Concesión laboratorio singular "Hipoxia Lab".

- Aprobado en la sesión ordinaria del Consejo de Gobierno de 23 de mayo de 2023



Universidad de Granada	
Registro Electrónico	ENTRADA
202377700029973	21/03/2023 - 18:36



UNIVERSIDAD
DE GRANADA

HypoxiaLab

Laboratorio de Hipoxia Normobárica

MEMORIA PARA EL RECONOCIMIENTO DE
LABORATORIO SINGULAR
UNIVERSIDAD DE GRANADA

HypoxiaLab

Laboratorio de Hipoxia Normobárica

Facultad de Ciencias del Deporte
Universidad de Granada

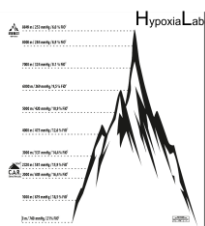
Dirección del Laboratorio:
Dra. M.Belén Feriche Fernández-Castanys
Catedrática de Universidad
Dpto. Educación Física y Deportiva
Universidad de Granada

Firma (1): **MARÍA BELÉN FERICHE FERNÁNDEZ-CASTANYS**
En calidad de: **Solicitante**



Este documento firmado digitalmente puede verificarse en <https://sede.ugr.es/verifirma/>
Código seguro de verificación (CSV): **F800CBAD2371068B8B0F05DB9E750FD8**

21/03/2023 - 18:36
Pág. 1 de 23



HypoxiaLab

Laboratorio de Hipoxia Normobárica

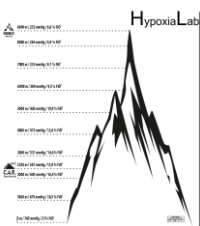
ÍNDICE

Página

1. Resumen	3
2. Justificación de la propuesta	4
3. Singularidad de las actuaciones previstas en Laboratorio	8
4. Impacto del Laboratorio en la investigación	10
5. Plan de actuación previsto. Sinergias con otros investigadores y prestación de servicios	12
6. Acceso a la instalación	19
7. Inversiones realizadas	21
8. Cartas de Apoyo	Anexo

Firma (1): **MARÍA BELÉN FERICHE FERNÁNDEZ-CASTANYS**
En calidad de: **Solicitante**





UNIVERSIDAD
DE GRANADA

HypoxiaLab

Laboratorio de Hipoxia Normobárica

1. Resumen

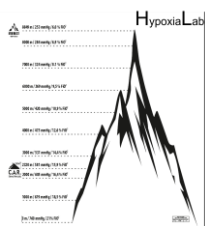
“HypoxiaLab-Laboratorio de hipoxia normobárica” está ubicado en la Facultad de Ciencias del Deporte de la Universidad de Granada. Construido con fondos del PLAN ESTATAL I+D+I 2017-2020 y de la Universidad de Granada, cuenta con una sala de hipoxia normobárica que permite modificar la fracción de oxígeno inspirada en el interior para simular cotas entre los 800 y los 6500m de altitud. Esta sala está completamente equipada con material de entrenamiento, monitorización fisiológica y control de la condición física de última tecnología. Único en España por sus dimensiones, funcionalidad y precisión en los mecanismos de generación de la hipoxia ambiental y de control de la calidad del aire, este laboratorio hace que la Universidad de Granada se presente como un emplazamiento único a nivel mundial capaz de combinar la instalaciones tecnológicas en hipoxia geográfica (CAR de Sierra Nevada) con las de hipoxia normobárica en apenas 40 km de trayecto en coche, posicionando a la Universidad de Granada como el lugar de referencia en el desarrollo de estudios multidisciplinares y controlados que mejoren el conocimiento comparado de ambas hipoxias (natural y simulada), aplicación al rendimiento deportivo, estrategias combinadas de entrenamiento y desarrollo de líneas de investigación ligadas al avance en el uso terapéutico, tratamiento de lesiones y recuperación funcional a través de la hipoxia. La propuesta viene avalada por la actividad del grupo de investigación Análisis y Control del Rendimiento Deportivo (SEJ-438) que, tras casi dos décadas dedicadas a la investigación en hipoxia y rendimiento deportivo en colaboración con el CAR de Sierra Nevada (<https://sej438.ugr.es/proyectos/>), cuenta con proyectos competitivos financiados de manera ininterrumpida desde 2012, considerándose actualmente como referencia nacional e internacional en la temática.

La solicitud presentada reúne con los requisitos establecidos en el Reglamento para el Reconocimiento de Laboratorios Singulares de la Universidad de Granada (NCG163/3; Aprobado en la sesión ordinaria del Consejo de Gobierno de 18 de diciembre de 2020; Boletín Oficial de la Universidad de Granada nº 163 de diciembre de 2020) y permitirá difundir las capacidades en





UNIVERSIDAD DE GRANADA



HypoxiaLab

Laboratorio de Hipoxia Normobárica

investigación y tecnología de la Universidad de Granada, contribuyendo a la investigación de excelencia y atracción del talento.

Puede visionarse el laboratorio en el video disponible en el canal de YouTube de la UGR. Video realizado con fondos del Programa 35 del Plan propio de Investigación de la UGR de 2022 para de Acciones de Marketing y Comunicación de la I+D para la Transferencia de Conocimiento; Proyecto Iliberis; CEIBioTIC. <https://www.youtube.com/watch?v=YCovrh2hRNE>

2. Justificación de la propuesta

HypoxiaLab (Laboratorio de hipoxia normobárica) se constituye como un emplazamiento único en España destinado a la investigación y uso de la hipoxia en todas sus vertientes. Se entiende el ambiente “hipóxico” como la reducción controlada del contenido de oxígeno del aire que se respira, de manera que reproduce artificialmente el contenido de oxígeno del aire que se respiraría en una altitud natural sin que varíe la presión barométrica. Esta “hipoxia sistémica simulada” o “hipoxia normobárica” es desencadenante de una cascada de respuestas fisiológicas en el organismo de la persona que es expuesta, ya sea en reposo o combinado con ejercicio físico, produciendo adaptaciones de gran valor en el contexto deportivo como también terapéutico.

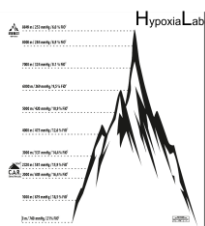
Ubicado en la Facultad de Ciencias del Deporte, la instalación ha sido financiada con fondos procedentes del Programa de Adquisición de Equipamiento Científico-técnico del Subprograma Estatal de Infraestructuras de Investigación y Equipamiento Científico-Técnico (PLAN ESTATAL I+D+I 2017-2020) de 2019; REF EQC2019-005832-P; y de la Universidad de Granada y se emplaza en un espacio cedido y remodelado para este nuevo uso por la Facultad que lo acoge. Comenzó a construirse en 2020 debido al retraso por la crisis sanitaria y ha comenzado a funcionar en enero de 2023. El laboratorio dispone de todo lo necesario para desarrollar las labores docentes e investigadoras de propias de una unidad de este tipo en el ámbito universitario. El grupo de

Firma (1): MARÍA BELÉN FERICHE FERNÁNDEZ-CASTANYS
En calidad de: Solicitante





UNIVERSIDAD DE GRANADA



HypoxiaLab

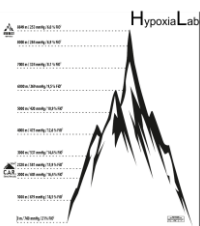
Laboratorio de Hipoxia Normobárica

investigación **Análisis y Control del Rendimiento Deportivo (SEJ-438)** ha liderado este proyecto, para lo que también ha contado con el apoyo de otros grupos de investigación de la Universidad de Granada, de la Universidad de Barcelona, del Ibs Granada y del Centro de Alto Rendimiento Deportivo de Sierra Nevada.

El laboratorio tiene una dimensión de 140 m² estructurados en tres partes: sala de hipoxia, sala técnica y sala de trabajo. La sala de hipoxia permite la exposición a la hipoxia en reposo o combinada con ejercicio físico. Sus 60m² la hacen excepcionalmente grande y compatible con el entrenamiento deportivo de alta calidad. La sala permite controlar, con un error inferior al 1%, el contenido de oxígeno del aire y simular altitudes que oscilan entre los 700 y los 6500 m de altitud **(Imagen1)**. La sala cuenta con un sistema de ventilación de entre 15-20 dm³/s persona para evitar la acumulación de CO₂, temperatura y humedad derivados de la actividad física de los usuarios. Dispone de 3 puntos de seguridad en el control, en tiempo real, de los niveles de O₂ en aire por óxido de circonio, uno en la sala técnica anexa donde se ubica el generador de hipoxia **(Imagen 2)** y dos más en el interior de la sala de hipoxia, garantizando la redundancia y el monitoreo mutuo de las sondas. El tratamiento de la emisión de CO₂ se realiza por generador de aire controlado contando con un sensor de CO₂ por infrarrojo no dispersivo y de CO por célula electrolítica. En caso de mal funcionamiento la sala alarma dispone de un aviso sonoro y de un sistema de desconexión automático. La sala de hipoxia se controla a través de una pantalla dentro del laboratorio **(Imagen 3)** que proporciona información sobre las variables ambientales en tiempo real. La amplitud de la sala **(Imagen 4)** la hace muy polivalente, permitiendo gran movilidad de los usuarios, amplia variedad de medios para el diseño y desarrollo de programas de entrenamiento y uso simultaneo de varias personas. Puede emplearse en aquellos deportistas o poblaciones interesadas de manera regular y cómoda en reposo, o bien ligada a sesiones de ejercicio físico dirigido y supervisado. Para ello cuenta con la experiencia del grupo de investigación que avala la propuesta y que dispone de

Firma (1): MARÍA BELÉN FERICHE FERNÁNDEZ-CASTANYS
En calidad de: Solicitante





UNIVERSIDAD DE GRANADA

HypoxiaLab

Laboratorio de Hipoxia Normobárica

amplia experiencia contrastada en la materia. El interior de la sala dispone de tecnología de última generación para la evaluación funcional:

- Evaluación cardiorrespiratoria con analizador de gases (**Imagen 5**), tapiz rodante (**Imagen 6**) o bicicleta ergométrica (**Imagen 7**) y control electrocardiógrafo (**Imagen 8**)
- Evaluación de la fuerza: Plataforma de fuerza (**Imagen 9**), transductor lineal de velocidad y de posición para el análisis de la fuerza; célula de carga y dinamómetro de mano (**Imagen 10**).
- Pórtico guiado (**Imagen 11**), discos y barras de competición calibrados Eleiko (**Imagen 12**).



Imagen 1



Imagen 2



Imagen 3



Imagen 4



Imagen 5



Imagen 6



Imagen 7



Imagen 8



Imagen 9



Imagen 10



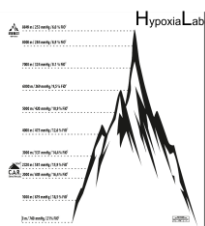
Imagen 11



Imagen 12

Firma (1): MARÍA BELÉN FERICHÉ FERNÁNDEZ-CASTANYNS
En calidad de: Solicitante





HypoxiaLab

Laboratorio de Hipoxia Normobárica

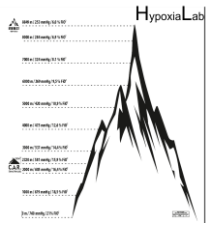
Anexa a la sala de hipoxia, se dispone de un espacio de trabajo de otros 60 m² (**Imagen 13**) con visión permanente entre sala de hipoxia a través de una cristallera que se extiende de un extremo a otro de la habitación. La sala de trabajo cuenta con dos armarios que contienen el numeroso material adquirido con diferentes proyectos. La zona de trabajo cuenta con estaciones de trabajo para 6 personas, ordenadores y pantallas que facilitan su actividad diaria con acceso a la Red Informática de la Universidad. El laboratorio disfruta licencias de uso institucionales de la suite Microsoft Office, el paquete estadístico SPSS, y MATLAB y ha adquirido licencias con los programas de registro de los diferentes instrumentos de los que dispone tales como el Software Bioware de KISTLER 2812^a, MetaSoft® Studio para cortex metalizer, y los que incluyen los transductores lineales de posición, de velocidad y las células de carga.



Imagen 13

Puede visionarse el laboratorio en el video disponible en el canal de YouTube de la UGR. Video realizado con fondos del Programa 35 del Plan propio de Investigación de la UGR de 2022 para de Acciones de Marketing y Comunicación de la I+D para la Transferencia de Conocimiento; Proyecto Iliberis; CEIBioTIC. <https://www.youtube.com/watch?v=YCovrh2hRNE>





UNIVERSIDAD
DE GRANADA

HypoxiaLab

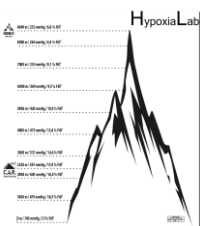
Laboratorio de Hipoxia Normobárica

3. Singularidad de las actuaciones previstas en Laboratorio

El uso de la hipoxia normobárica en el rendimiento deportivo y en otros aspectos relacionados con la salud y la recuperación de lesiones en todo tipo de poblaciones se ha incrementado mucho en la última década. Esto es debido fundamentalmente por a la relación coste/beneficio de la hipoxia artificial con respecto a la hipoxia natural, como también por el acceso a otras estrategias de entrenamiento que combinan el ejercicio y/o el reposo en hipoxia en intervalos de tiempo más cortos pero frecuentes que, por motivos geográficos, son difíciles de poner en práctica. El ajuste de la dosis de hipoxia adecuada, como también la cada vez más creciente necesidad de ajustar la hipoxia normobárica al grado de hipoxia interna individual, constituyen actualmente un campo de estudio de creciente interés. Además, las potenciales diferencias entre hipoxia hipobárica (altitud natural) e hipoxia normobárica (tipo de hipoxia producida en el HypoxiaLab de la UGR) en sus efectos fisiológicos y sus implicaciones en el rendimiento deportivo son aún objeto de cierta controversia, poniéndose el punto de mira en la complementariedad de ambos tipos de hipoxia más que en su equivalencia. En este contexto, el sur España, con la UGR y el CAR de Sierra Nevada, se presenta como un emplazamiento único a nivel mundial capaz de combinar la instalaciones tecnológicas en hipoxia geográfica con las de hipoxia normobárica en apenas 40 km de trayecto en coche, lo que lo posiciona como el lugar de referencia en el análisis de comparado de la hipoxia geográfica y la normobárica en actuaciones como: preparación para campamentos en altitud, recordatorio de estancias en altitud, preparación alpinistas, fases tempranas de rehabilitación musculo tendinosa, etc.; o como práctica combinada con la altitud natural (posibilidad de que los atletas concentrados en el CAR realicen entrenamientos en cotas superiores de altura). Todas estas medidas prácticamente carecen de estudios controlados que establezcan los criterios mínimos para su mejor resultado, abriendo un campo de investigación obligado para los próximos años.

Firma (1): MARÍA BELÉN FERICHE FERNÁNDEZ-CASTANYS
En calidad de: Solicitante





UNIVERSIDAD DE GRANADA

HypoxiaLab

Laboratorio de Hipoxia Normobárica

Actualmente no se dispone de acceso a instalaciones de hipoxia normobárica o simulada como la de la Universidad de Granada en el territorio nacional. Los medios actuales disponibles que se usan para generar hipoxia artificial emplean mascarillas faciales o tiendas de hipoxia conectadas a un compresor que, por su portabilidad, es de baja potencia y, por tanto, presenta grandes limitaciones en el flujo de aire (**imágenes 14- 16**). Ambas formas de generar hipoxia simulada no están exentas de controversia dado que las tiendas carecen de sistemas de ventilación adecuados y favorecen, a los pocos minutos de exposición, un aire con elevada acumulación de CO₂, temperatura y humedad sin control, que a su vez afectan al nivel de hipoxia generado. A esto se le suma la falta de confort de la mascarilla y la inherente dificultad para realizar algunos ejercicios e incluso darle variedad al entrenamiento.



Imagen 14



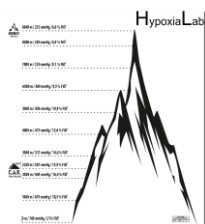
Imagen 15



Imagen 16

Por el contrario, la sala de hipoxia del laboratorio de la hipoxia normobárica de la UGR, como se ha comentado en el apartado anterior, es singular por sus características, dimensiones y equipamiento (**Imagen 18-20**).





UNIVERSIDAD DE GRANADA

HypoxiaLab

Laboratorio de Hipoxia Normobárica



Imagen 18

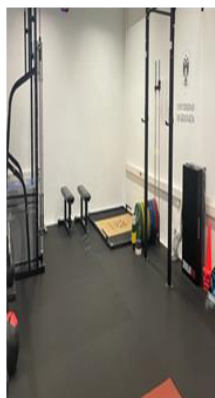


Imagen 19

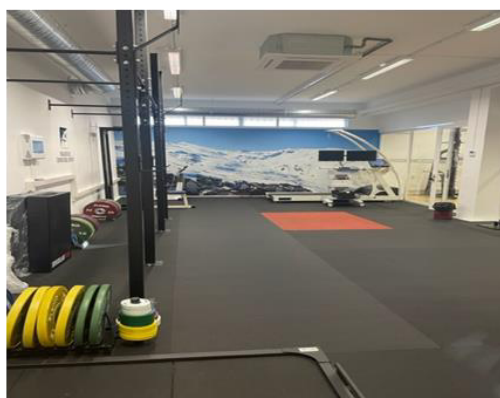


Imagen 20

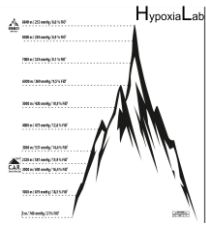
Su amplitud la hace muy polivalente, permitiendo gran movilidad de los usuarios, amplia variedad de medios para el diseño y desarrollo de programas de entrenamiento y uso simultaneo de grupos de entrenamiento. Puede emplearse en aquellos deportistas o poblaciones interesadas de manera regular y cómoda en reposo o bien ligada a sesiones de ejercicio físico dirigido y supervisado.

4. Impacto del Laboratorio en la investigación

Puede decirse que actualmente la incursión en el ámbito deportivo y sanitario de la hipoxia artificial ha abierto el abanico a otras opciones de entrenamiento, como también del acceso a un uso terapéutico de la hipoxia en patologías diversas (tales como lesiones del aparato locomotor, capacidad cognitiva, diabetes, sarcopenia, sobrepeso y obesidad, trastornos cardiovasculares, COVID persistente y algunos tipos de cáncer). Estas aplicaciones abren numerosos e interesantes campos de aplicación, muchos de ellos relacionados con el potencial efecto angiogénico de la hipoxia y de regulación del balance oxidante/antioxidante en la estabilización de su respuesta adaptativa, como también por la inducción de cambios en la expresión génica (cambios en la

Firma (1): MARÍA BELÉN FERICHÉ FERNÁNDEZ-CASTANYNS
En calidad de: Solicitante





UNIVERSIDAD
DE GRANADA

HypoxiaLab

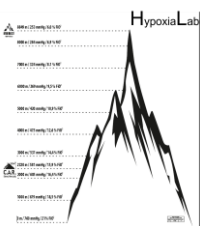
Laboratorio de Hipoxia Normobárica

concentración de miARN), lo que es de interés tanto para el deportista de élite como para el campo de la biomedicina. Por ejemplo, en individuos sanos, los miRNAs circulantes están presentes en niveles muy bajos, por lo que sus expresiones aumentadas podrían usarse como biomarcadores evaluadores del efecto de los protocolos de entrenamiento dirigidos a mejorar funciones específicas, pero también para la detección temprana de respuestas anómalas a una carga de entrenamiento alta. Varios estudios han identificado grupos de miRNAs que regulan procesos biológicos importantes en el músculo, tales como el crecimiento y el desarrollo, adaptación metabólica y reparación (por ejemplo, miR-1, miR-29c, miR-133a, miR-206, miR-208a, miR-208b y miR-499). Igualmente, el entrenamiento en hipoxia también constituye hoy día uno de los factores a tener en cuenta en el estudio de los perfiles de miRNA en atletas, junto con la dieta, los suplementos y los tratamientos farmacológicos y no farmacológicos. Por otro lado, también es destacable la aplicación de la función angiogénica del HIF-1 α en respuesta a condiciones hipóxicas sobre las enfermedades isquémicas (regulación positiva del HIF-1 α) y la inhibición del HIF-1 α para el cáncer y la endometriosis. Los miRNA proporcionan además posibilidades terapéuticas para apuntar selectivamente a los HIF y, por lo tanto, modular el interruptor HIF en la relación entre este mismo HIF y las condiciones fisiológicas y fisiopatológicas. Por lo tanto, la exploración de tratamientos no farmacológicos basados en la angiogénesis inducida por hipoxia puede plantearse como una estrategia exitosa, mostrando adaptaciones potencialmente mayores cuando la exposición a la se acompaña de ejercicio físico, aspecto que necesita de más investigación aplicada para arrojar conclusiones firmes.

La consecución de las líneas de actuación en el HipoxiaLab de la UGR viene avalada por la dirección y ejecución de proyectos competitivos por el grupo de investigación SEJ-438 desde hace más de una década (por ejemplo, con los proyectos **14/UPB10/07; Altitude-Project DEP2009-0918; Hi-Force DEP2012-35774 y Hi-power DEP2015-64350-P PGC2018-097388-BI00 y A-SEJ-246-UGR18 y B-CTS-374-UGR20 del Programa Operativo FEDER de Andalucía 2014-2020**). En los

Firma (1): MARÍA BELÉN FERICHÉ FERNÁNDEZ-CASTANYS
En calidad de: Solicitante





UNIVERSIDAD DE GRANADA

HypoxiaLab

Laboratorio de Hipoxia Normobárica

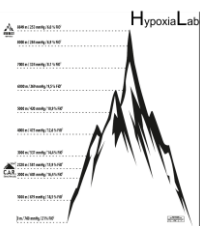
últimos 4 años el grupo de investigación se ha centrado en el análisis comparativo de la hipoxia terrestre y simulada equivalente desde un punto de vista funcional y fisiológico, separando los efectos neuromusculares de los ligados a la estructura muscular y avanzando en la interacción que la hipoxia produce en las vías de señalización biomolecular de la miogénesis muscular. En los próximos meses profundizaremos en la modulación de la carga de entrenamiento de fuerza y su resultado en relación con la salud general y muscular de la población mediante el análisis de su respuesta inflamatoria y marcadores de daño muscular, a la vez que se iniciarán estudios destinados a la optimización de la pre-aclimatación a la hipoxia simulada y el análisis de la dosis interna de hipoxia de cara a su uso en poblaciones deportivas (individualización del entrenamiento) y no deportivas.

5. Plan de actuación previsto. Sinergias con otros investigadores y prestación de servicios

Como se ha venido argumentando en los apartados anteriores, hoy en día se acumulan evidencias científicas que apuntan hacia aplicaciones interesantes en el ámbito deportivo y biomédico en un futuro cercano. Explorar y establecer conocimientos científicos contrastados sobre el uso de la hipoxia permitirá además conectar el avance en el conocimiento y el know-how tecnológico en este ámbito, de gran interés para nuestra Universidad, que cuenta 1) con una magnífica trayectoria en la temática por la cercana y estrecha colaboración con el mejor centro de alto rendimiento en altitud de Europa (2320 m; CAR de Sierra Nevada, CSD); 2) experimentados investigadores que desarrollan líneas de investigación en hipoxia, salud y deporte, como el grupo de investigación solicitante SEJ-438 y sus socios investigadores; y 3) apoyos y contactos en el ámbito empresarial nacional (iAltitude, MOELCO) e internacional (Fusiotech), lo que nos ofrece la posibilidad de mejorar y consolidar una posición privilegiada de liderazgo científico y tecnológico en este campo.

Firma (1): MARÍA BELÉN FERICHE FERNÁNDEZ-CASTANYS
En calidad de: Solicitante





HypoxiaLab

Laboratorio de Hipoxia Normobárica



UNIVERSIDAD DE GRANADA

En este contexto, las actuaciones previstas se desglosan en dos apartados:

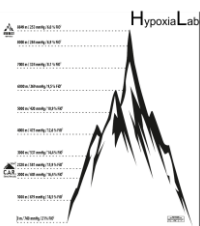
- 1- Potenciación de la investigación en torno a la hipoxia: solicitud de proyectos competitivos, promoción de contratos ligados a la actividad del laboratorio y sinergias con otros equipos de investigación.**

El impacto observado de la hipoxia normobárica en la remodelación muscular que se está estudiando con el actual proyecto vigente (**B-CTS-374-UGR20 del Programa Operativo FEDER de Andalucía 2014-2020**; IP Belén Feriche), ha producido que diversos centros sanitarios, públicos y privados, se interesen por el uso de este laboratorio con fines relacionados con la recuperación de la lesión músculo tendinosa. Actualmente estamos trabajando una propuesta de solicitud conjunta de financiación con el **Servicio de Traumatología del Hospital Virgen de las Nieves de Granada** para la realización de un estudio piloto en el tratamiento de la lesión de tendón de aquiles. Este proyecto se presentará a la próxima convocatoria de proyectos I+D+i en el marco del Programa Operativo FEDER o a la de proyectos de Excelencia de la Junta de Andalucía. Simultáneamente se están desarrollando actividades de **TFM, TFG y prácticas externas** en el curso 2022-23 en este laboratorio bajo la dirección del grupo de investigación. Son actuaciones de “ajustes metodológicos” destinados a la aclimatación, optimización de la dosis de hipoxia y control de la hipoxia interna tras la exposición a diferentes cotas de altitud simulada en poblaciones sanas.

Por otro lado, la necesidad de incorporar la perspectiva de género en la investigación deportiva hace que el análisis de la respuesta muscular de la mujer en hipoxia surja como consecuencia del mismo proyecto. Hasta la fecha hemos analizado las adaptaciones de fuerza y masa muscular en hombres. No hemos podido abordar el análisis de estas variables en mujeres, población difícil de captar, aspecto que sin embargo consideramos fundamental para una correcta planificación del

Firma (1): MARÍA BELÉN FERICHE FERNÁNDEZ-CASTANYS
En calidad de: Solicitante





UNIVERSIDAD
DE GRANADA

HypoxiaLab

Laboratorio de Hipoxia Normobárica

entrenamiento de fuerza en hipoxia en esta población. Apenas existen datos en la literatura científica que documenten cómo debe ser la respuesta de la mujer al entrenamiento de fuerza orientado a la hipertrofia, y ninguno en cómo se afecta esta respuesta en hipoxia. No sólo existen diferencias en la morfología entre varones y mujeres, sino también en la respuesta hormonal al ejercicio y hematopoyética por la hipoxia, lo que limita que ambos sexos puedan estudiarse de forma conjunta si no se cuenta con suficiente representación y medios humanos y económicos. Teóricamente, los niveles reducidos de testosterona disminuyen el potencial hipertrófico de la mujer, sin embargo, la reducción del potencial anabólico por falta de testosterona parece ser parcialmente contrarrestado por niveles elevados de estrógenos que reducen la degradación proteica. Además, el ciclo menstrual podría tener impacto en la carga y su asimilación a lo largo del ciclo menstrual y a su vez, esto variaría considerablemente con el uso de anticonceptivos y por su composición. Estas diferencias hace muy difícil incorporar mujeres y varones en el mismo grupo de estudio al influir esta combinación en la dispersión de los datos. Conscientes de esta deficiencia en la literatura científica hemos solicitado financiación para la ejecución del **proyecto HYP-Women** destinado a analizar la respuesta muscular al ejercicio de fuerza en normoxia e hipoxia en la mujer, el impacto del ciclo menstrual en el entrenamiento y su comparativa con los datos extraídos del presente proyecto. Presentado en la reciente convocatoria de *Proyectos de Generación de Conocimiento en el marco del Plan Estatal de Investigación Científica, Técnica y de Innovación 2021-2023 (REF ADMINISTRATIVA PID2022-141919NA-I00; Nº 214 del registro de entrega de documentación del Vicerrectorado de Investigación y Transferencia)* este proyecto está liderado por la Universidad de Granada, y con ella participan la Universidad de a Coruña, la Universidad de Barcelona, la Unidad de Gestión Clínica del Aparato Digestivo del Hospital San Cecilio; Ibs Granada, la Universidad de Nueva York y la Universidad de Murdoch, Australia.

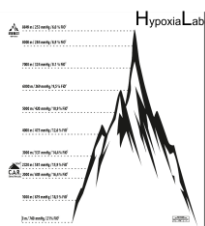
También trabajamos la incorporación de investigadores colaboradores y contratos de investigación vinculados al entrenamiento en hipoxia por todo el país. Junto a los 11 miembros del grupo de investigación SEJ-438, hemos contado en los últimos 10 años con **3 becas de colaboración**,

Firma (1): MARÍA BELÉN FERICHÉ FERNÁNDEZ-CASTANYS
En calidad de: Solicitante





UNIVERSIDAD DE GRANADA



HypoxiaLab

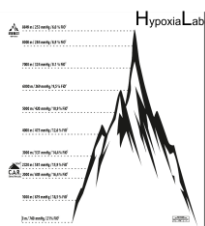
Laboratorio de Hipoxia Normobárica

1 contrato de garantía juvenil, 1 FPI, 4 FPU y 2 contratos post-doctorales, al que se unirían las **solicitudes de 1 nuevo contrato de investigación** solicitado en el proyecto mencionado, **1 personal técnico de apoyo** en el marco del Plan Estatal de Investigación de la Resolución de 19 de diciembre de 2022, BOE 21/12/20221 (**REF. ADMINISTRATIVA PTA2022-021626-I**) y **1 contrato de garantía juvenil** que se solicitaría en la próxima convocatoria disponible.

En relación a las alianzas con otros grupos de investigación que trabajan en hipoxia hemos desarrollado la estrategia de **trabajo en RED** con investigadores nacionales y Extranjeros. La RED permitirá promover la complementariedad de capacidades y optimizar los recursos de investigación existentes en el ámbito de la hipoxia aplicada a la práctica deportiva, la actividad física y la salud mediante la creación y consolidación de una red nacional de investigadores. **En el ámbito nacional**, nuestro grupo de investigación lidera la **solicitud de la RED de investigación “HIPOXIA PARA EL DEPORTE Y LA SALUD”**, presentada en la convocatoria de 2022 de “Redes de investigación”, en el marco del *Programa Estatal para Impulsar la Investigación Científico-Técnica y su Transferencia, del Plan Estatal de Investigación Científica, Técnica y de Innovación 2021-2023* (**REF. ADMINISTRATIVA RED2022-134218-T**). La solicitud de esta RED parte de la vinculación del grupo de investigación que avala este laboratorio (Grupo ANCORED; Análisis y Control del Rendimiento Deportivo, Universidad de Granada) con otros 9 grupos de investigación (Grupo de Fisiología Adaptativa, Universidad de Barcelona; Grupo GRHES: Grupo de Investigación en Rendimiento Humano, Ejercicio Físico y Salud, Universidad de las Palmas de Gran Canaria; Grupo de avances en entrenamiento deportivo y acondicionamiento físico, Universidad de Extremadura; Food Oxidative Stress and Cardiovascular Health, Universidad Autónoma de Madrid; Health, Physical Activity and Sport Research, Universidad Ramón Llull; Grupo ACTIUM: Universidad Internacional de Cataluña; Grupo SEaHM: Sport, Exercise, and Human Movement, Universidad de Vic; Centro de Alto rendimiento de Sierra Nevada (CAR), Consejo Superior de Deportes; Grupo GC17 del Instituto Maimónides de Investigación Biomédica de Córdoba (IMIBIC). La vinculación

Firma (1): MARÍA BELÉN FERICHÉ FERNÁNDEZ-CASTANYS
En calidad de: Solicitante





Universidad de Granada	
Registro Electrónico	ENTRADA
202377700029973	21/03/2023 - 18:36



UNIVERSIDAD
DE GRANADA

HypoxiaLab

Laboratorio de Hipoxia Normobárica

con estos grupos procede de nuestra **experiencia de participación en redes temáticas** en convocatorias anteriores (**2019 [27/UPB/19]; 2020 [24/UPB/20] y 2021 [27/UPB/21]**). Entre las actuaciones previstas de la RED está la creación de Un **curso de Experto en el uso deportivo y terapéutico de la hipoxia** como antesala de un **Máster de Ejercicio en Hipoxia**, cuya sede se prevé esté en la Universidad de Granada.

Actualmente estamos abiertos a establecer colaboraciones con otros grupos de investigación de la Universidad de Granada que pueda beneficiarse del uso de la instalación. Este contacto inicial lo estamos realizando a través de la promoción y publicidad del laboratorio en la propia universidad a través del canal UGR (<https://canal.ugr.es/noticia/la-ugr-acoge-un-nuevo-laboratorio-que-permite-simular-la-altitud-para-investigar-el-rendimiento-deportivo/>) como también mediante la participación en programas divulgativos de ciencia (acabamos de finalizar el rodaje para el **programa Tesis de Canal SUR** que se emitirá en los próximos días) y tenemos pendiente la grabación de una noticia para el **telediario de Canal Sur**, entre el 26 de marzo y el 1 de abril de 2023. La acogida en medios de comunicación del laboratorio está siendo muy buena en medios como puede verse en los enlaces adjuntos:

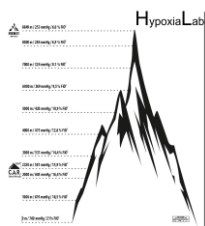
- La vanguardia: <https://www.lavanguardia.com/vida/20230109/8671558/nuevo-laboratorio-ugr-permite-simular-altitudes-6-500-metros-mejorar-investigacion-hipoxia.html>
- Novaciencia: <https://novaciencia.es/un-nuevo-laboratorio-de-la-ugr-para-simular-el-efecto-de-la-altitud-en-los-deportistas/>
- Ideal digital: <https://www.ideal.es/miugr/cuenta-nuevo-laboratorio-20230109110122-nt.html>
- Granada Digital: <https://www.granadadigital.es/granada-universidad-ugr-acoge-nuevo-laboratorio-simula-altitud-investigar-rendimiento-deportivo/>

Firma (1): MARÍA BELÉN FERICHÉ FERNÁNDEZ-CASTANYS
En calidad de: Solicitante



Este documento firmado digitalmente puede verificarse en <https://sede.ugr.es/verifirma/>
Código seguro de verificación (CSV): **F800CBAD2371068B8B0F05DB9E750FD8**

21/03/2023 - 18:36
Pág. 16 de 23



UNIVERSIDAD DE GRANADA

HypoxiaLab

Laboratorio de Hipoxia Normobárica

- Andalucía información: <https://andaluciainformacion.es/granada/1164433/un-laboratorio-en-granada-simula-altitud-para-investigar-rendimiento/>
- Granada Hoy: https://www.granadahoy.com/deportes/Laboratorio-ciencias-deporte-universidad-granada-entrenamiento-altura_0_1755424906.html
- La gaceta de Granada: <https://www.lagacetadegrana.es/estudia-la-ugr-la-interaccion-del-entrenamiento-de-hipertrofia-en-diferentes-tipos-de-hipoxia>
- Fundación descubre: <https://idescubre.fundaciondescubre.es/noticias/estudian-la-influencia-de-la-hipoxia-intermitente-y-efectividad-del-entrenamiento-de-hipertrofia-en-el-desarrollo-de-fuerza-y-la-masa-muscular/>

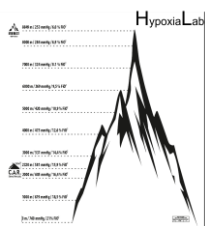
También contamos con página web del grupo <https://sej438.ugr.es/proyectos/>, y <http://ofertaimasd.ugr.es/sej/grupos-de-investigacion/sej-438-analisis-y-control-del-rendimiento-deportivo/> y presencia en redes (<https://www.facebook.com/SEJ438/>)

En el **ámbito internacional**, junto a las colaboraciones indicadas, actualmente somos *socios beneficiarios*, junto a la *Universidad de Do Algarve*, Portugal y la *Universidad de Perpignan*, Francia, en la solicitud del proyecto **Interreg SUDOE (convocatoria de 2023)** “*O2HYPOXNET: Red de Investigación e Innovación en Terapias Avanzadas para Prediabéticos, Diabéticos y deportistas basadas en la práctica de ejercicio físico en hipoxia*”. La concesión de este proyecto consolidaría la línea de investigación en el uso terapéutico de la hipoxia, no sólo en diabetes, sino también en cualquiera de las co-morbilidades que la acompañan, a la vez que permitiría complementar el equipamiento científico de la instalación.

Actualmente nuestra actividad investigadora cuenta con la participación consolidada de las Universidades de Nueva York (EEUU) y de Örebro (Suecia).

Firma (1): MARÍA BELÉN FERICHÉ FERNÁNDEZ-CASTANYS
En calidad de: Solicitante





Universidad de Granada	
Registro Electrónico	ENTRADA
202377700029973	21/03/2023 - 18:36



UNIVERSIDAD
DE GRANADA

HypoxiaLab

Laboratorio de Hipoxia Normobárica

2- Promoción de la cartera de servicios a sectores interesados tanto en el ámbito deportivo (clubes, federaciones, etc.) como en el terapéutico (clínicas, ...)

El laboratorio de hipoxia normobárica de la Universidad de Granada se presenta como una herramienta de interés a diferentes niveles. Junto a la **investigación**, ampliamente descrita en los apartados anteriores, forma parte de nuestro “**plan de actuación**” su promoción en dos sectores añadidos:

- **Deportivo:** Para su explotación como herramienta de entrenamiento es imprescindible el establecimiento de acuerdos/convenios con clubes, federaciones, asociaciones, etc. Actualmente disponemos de muy buena sinergia y colaboración con otros centros (como INSEP de Paris, Font Romeu y CAR de Sierra Nevada) y Federaciones Deportivas orientadas al rendimiento deportivo (Federación española de Atletismo, sección de marcha y la Federación Andaluza y Española de Judo). Creemos prioritario materializar esta colaboración a corto plazo en forma de convenios o de contratos OTRI que regulen el uso de la instalación según los intereses que se establezcan. Hemos establecido contacto con otras federaciones del sector (como la Federación Andaluza y Española de Deportes de Montaña) y queremos presentarlo también a otros clubes deportivos (como el Granada Fútbol Club) y entrenadores personales/preparadores físicos de deportistas de alto rendimiento. Disponemos de un pequeño dossier informativo que presenta las utilidades y procedimiento de acceso al uso de esta instalación con fines de rendimiento deportivo. Estamos finalizando un listado de las instituciones a las que iremos a visitar en los próximos meses para presentarles el HipoxiaLab de la UGR.
- **Terapéutico:** El potencial beneficio del uso de la hipoxia desde un punto de vista terapéutico es a la vez un objeto de investigación. Sin embargo, el acceso a este tipo de

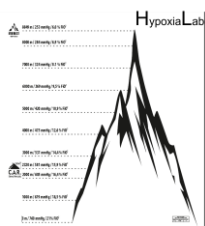
Firma (1): MARÍA BELÉN FERICHE FERNÁNDEZ-CASTANYS
En calidad de: Solicitante



Este documento firmado digitalmente puede verificarse en <https://sede.ugr.es/verifirma/>
Código seguro de verificación (CSV): **F800CBAD2371068B8B0F05DB9E750FD8**

21/03/2023 - 18:36

Pág. 18 de 23



UNIVERSIDAD DE GRANADA

HypoxiaLab

Laboratorio de Hipoxia Normobárica

tecnología debe ser posible en aquellos sectores que puedan beneficiarse bajo una estrecha supervisión. Uno de los más beneficiados es el procedente de Hospitales, Centros rehabilitación y clínicas de fisioterapia. Debe considerarse que la hipoxia permite reducir la carga externa necesaria para generar un estrés fisiológico determinado, lo que facilita el acceso de poblaciones que no soportarían la carga de trabajo necesaria para producir una adaptación determinada. Disponemos de un pequeño dossier informativo que presenta las utilidades y procedimiento de acceso al uso de esta instalación con fines terapéuticos. Estamos finalizando un listado de las instituciones a las que iremos a visitar en los próximos meses para presentarles el HipoxiaLab de la UGR.

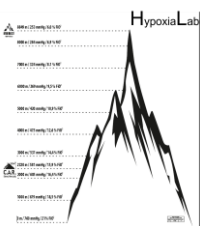
6. Acceso a la instalación

Las convocatorias de ayudas para infraestructuras científicas suponen una inversión esencial para la dotación de equipos de alto nivel con los que realizar investigación de calidad. Los recursos públicos que movilizan los agentes financiadores exigen ser utilizados de una manera eficiente, lo que implica tanto una utilización intensiva de los equipos, como un uso lo más amplio posible por otros grupos de investigación interesados, que además puedan contribuir a sufragar los costes de mantenimiento de la instalación. Por este motivo existe un procedimiento de acceso al laboratorio conforme con la *instrucción del Vicerrectorado de Investigación y Transferencia para el acceso por la comunidad universitaria al equipamiento científico financiado por convocatorias de infraestructuras científicas (Junta de Andalucía y Plan Estatal de Investigación) y equipamientos cofinanciados por FEDER*, disponible, junto al documento de solicitud de uso, en la Web del grupo de investigación:

https://sej438.ugr.es/seccion_libre/oferta-tecnologica-laboratorio-de-hipoxia-normobrica/

Firma (1): MARÍA BELÉN FERICHE FERNÁNDEZ-CASTANYS
En calidad de: Solicitante





UNIVERSIDAD DE GRANADA

HypoxiaLab

Laboratorio de Hipoxia Normobárica

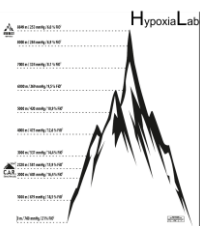
Acorde con la solicitud de los fondos de infraestructura para su construcción, el uso del HypoxiaLab de la Universidad de Granada es prioritario para investigación. Prevalecerá por tanto su uso para la ejecución de proyectos financiados del equipo solicitante que avalan esta propuesta, promoviendo en todo momento la creación de equipos multidisciplinares que contemplen personal especializado con la hipoxia y la programación del ejercicio en hipoxia, y asegurando el adecuado uso y funcionamiento del laboratorio y de su contenido. También podrá compatibilizarse este uso con la prestación de servicio especializado a comunidad universitaria y no universitaria bajo la normativa que la Universidad de Granada marca en este aspecto. Este uso incluirá una tarifa de uso del laboratorio y material conforme al procedimiento por que se elabora anualmente el catálogo de precios públicos de la Universidad de Granada. Para el 2023 los precios públicos están disponibles en la pg 376 del catálogo de precios públicos para 2023 (https://gerencia.ugr.es/pages/vger_eco/presupuestos/presupuestoUGR2023/#!/page=359).

En ningún caso podrá realizarse un uso autónomo del laboratorio por parte de cualquier solicitante ajeno al grupo de investigación sin la debida supervisión debido al dominio tecnológico inherente al manejo de la maquinaria del grupo de hipoxia, la seguridad en el uso de la hipoxia y el manejo del equipamiento científico complementario. No se concibe la utilización de este laboratorio para fines diferentes al uso de la hipoxia en reposo o en ejercicio.

El destino de la tarifa será el de cubrir los costes directos del uso del laboratorio, el mantenimiento del material utilizado y el trabajo del técnico responsable especialista que acompañe a los usuarios en el uso del laboratorio. En aquellos casos en los que la actividad requiera una planificación por parte de la dirección del laboratorio, o un uso del equipamiento científico, tales como: analizador de gases, plataforma de fuerza, ergómetros, etc. además de que pueda conllevar un incremento en los costes de fungibles y de mantenimiento de dicho equipamiento, precisaría de una implicación mayor por parte del técnico/investigador, por lo que

Firma (1): MARÍA BELÉN FERICHÉ FERNÁNDEZ-CASTANYS
En calidad de: Solicitante





UNIVERSIDAD DE GRANADA

HypoxiaLab

Laboratorio de Hipoxia Normobárica

estas actuaciones se gestionarían a través de un convenio o contrato de investigación. Se dispone también de un análisis de mercado y de precios orientativo para estas actuaciones.

En todos los casos, el técnico/investigador pertenecerá en al equipo solicitante de este proyecto de entre miembros pertenecientes al Dpto. de Educación Física y Deportiva, o bien será cualquier otro miembro que acredite el dominio de la tecnología del equipamiento solicitado.

Al margen de estas tarifas, los solicitantes y usuarios del laboratorio serán responsables de reponer o subsanar cualquier daño realizado por mal uso de la instalación o del material.

7. Inversiones realizadas

- Inversión en adecuación de las instalaciones para la construcción del laboratorio: ~**75.000 €**
- Coste de infraestructura del laboratorio: Fondos procedentes del Programa de Adquisición de Equipamiento Científico-técnico del Subprograma Estatal de Infraestructuras de Investigación y Equipamiento Científico-Técnico (PLAN ESTATAL I+D+I 2017-2020) de 2019; REF EQC2019-005832-P: **269.467,00 €**
- Equipamiento científico procedente de proyectos de investigación, grupo de investigación y programas de infraestructura y equipamiento científico: ~**451.900,00€**
- Mobiliario: sin determinar
- Equipos informáticos: sin determinar
- Contratos de investigación: sin determinar

Firma (1): MARÍA BELÉN FERICHE FERNÁNDEZ-CASTANYS
En calidad de: Solicitante





UNIVERSIDAD
DE GRANADA



FACULTAD DE
CIENCIAS DEL DEPORTE
DECANATO

Universidad de Granada

Registro Electrónico

ENTRADA

202377700029973

21/03/2023 - 18:36

Desde la Facultad de Ciencias del Deporte, apoyamos firmemente el Laboratorio abajo referenciado como Laboratorio Singular de la Universidad de Granada

HipoxiaLab-Laboratorio de hipoxia normobárica: Ubicado en las instalaciones de la Facultad de Ciencias del deporte de la Universidad de Granada, este Laboratorio cuenta con una sala de hipoxia normobárica que permite modificar la fracción de oxígeno inspirada en el interior para simular cotas entre los 800 y los 6500m de altitud. La sala de hipoxia está completamente equipada con material de entrenamiento y monitorización fisiológica de alta calidad, además de una unidad de evaluación funcional de la capacidad cardiorrespiratoria y de la fuerza.

La Facultad, a lo largo del periodo de construcción de la sala, ha participado en las labores de financiación y adecuación de la infraestructura necesaria, facilitando la disposición de los espacios anexos que permiten actualmente la ubicación de la maquinaria de la sala y una zona de trabajo, completando en su conjunto un espacio de 140m² de laboratorio.

Única en España por sus dimensiones, funcionalidad y precisión en los mecanismos de generación de la hipoxia ambiental y control de la calidad del aire, este laboratorio hace que la Universidad de Granada, junto con el CAR de Sierra Nevada, se presente como un emplazamiento único a nivel mundial capaz de combinar las instalaciones tecnológicas en hipoxia geográfica con las de hipoxia normobárica en apenas 40 km de trayecto en coche, posicionando a la Universidad de Granada como el lugar de referencia en el análisis de comparado de la hipoxia geográfica y la normobárica y en el desarrollo de estudios multidisciplinarios y controlados que mejoren el conocimiento sobre el uso de la hipoxia en todos los ámbitos ligados al rendimiento deportivo, estrategias combinadas de entrenamiento y desarrollo de líneas de investigación ligadas al avance en el uso terapéutico, tratamiento de lesiones y recuperación funcional a través de la hipoxia.

Pedro I. Lizaur Girón
Decano Facultad de Ciencias del Deporte
Universidad de Granada



Facultad de Ciencias del Deporte
Carretera de Alfacar, 75
18011 Granada
Teléfonos: 958244359 - 958244360
Univ

<http://deporte.ugr.es/>
mail: facultaddeporte@ugr.es



Este documento firmado digitalmente puede verificarse en <https://sede.ugr.es/verifirma/>
Código seguro de verificación (CSV): **F800CBAD2371068B8B0F05DB9E750FD8**

12/03/2023 18:36 5

Página 22 de 23

Firma (1): **MARÍA BELEN FERICHE FERNANDEZ-CASTANY S**
En calidad de: **Solicitante DE LA FACULTAD DE CIENCIAS**



UNIVERSIDAD
DE GRANADA

Universidad de Granada

Registro Electrónico

ENTRADA

202377700029973

21/03/2023 - 18:36



Departamento
Educación Física y Deportiva

Raquel Escobar Molina, Directora del Departamento de Educación Física y Deportiva de la Universidad de Granada,

INFORMA:

Que en las instalaciones de la Facultad de Ciencias del Deporte, donde imparte el 90% de su docencia, está ubicado el **HIPOXIALAB-LABORATORIO DE HIPOXIA NORMOBÁRICA**. Dicho Laboratorio cuenta con una sala de hipoxia normobárica que permite modificar la fracción de oxígeno inspirada en el interior para simular cotas entre los 800 y los 6500m de altitud. La sala está completamente equipada con material de entrenamiento y monitorización fisiológica de alta calidad, contando, además, con una unidad de evaluación funcional de la capacidad cardiorrespiratoria y de la fuerza. Única en España por sus dimensiones, funcionalidad y precisión en los mecanismos de generación de la hipoxia ambiental y control de la calidad del aire, este laboratorio hace que la Universidad de Granada, junto con el CAR de Sierra Nevada, se presente como un emplazamiento único a nivel mundial capaz de combinar la instalaciones tecnológicas en hipoxia geográfica con las de hipoxia normobárica en apenas 40 km de trayecto en coche, posicionando a la Universidad de Granada como el lugar de referencia en el análisis de comparado de la hipoxia geográfica y la normobárica y en el desarrollo de estudios multidisciplinares y controlados que mejoren el conocimiento sobre el uso de la hipoxia en todos los ámbitos ligados al rendimiento deportivo, estrategias combinadas de entrenamiento y desarrollo de líneas de investigación ligadas al avance en el uso terapéutico, tratamiento de lesiones y recuperación funcional a través de la hipoxia.

En este sentido, por la calidad de los investigadores al frente de dicho laboratorio y el potencial del Departamento para desarrollar trabajos de máxima calidad, transmisión y transferencia del conocimiento, este órgano colegiado avala la solicitud de Laboratorio Singular, sabiendo que el producto derivado del trabajo de los compañeros revertirá muy positivamente en la UGR y en la comunidad científica.

En Granada a 17 de marzo de 2023.

ESCOBAR
MOLINA
RAQUEL -
24271619H

Firmado
digitalmente por
ESCOBAR
MOLINA RAQUEL
- 24271619H
Fecha: 2023.03.17
08:16:38 +01'00'

Fdo.:

Firma (1): **MARÍA BELÉN FERICHE FERNÁNDEZ-CASTANYS**
En calidad de: **Solicitante**



Este documento firmado digitalmente puede verificarse en <https://sede.ugr.es/verifirma/>
Código seguro de verificación (CSV): **F800CBAD2371068B8B0F05DB9E750FD8**

21/03/2023 - 18:36

Pág. 23 de 23