

Participación de investigadores civiles y veterinarios militares españoles en el experimento espacial BIOMEX (Biology and Mars Experiment) con la Agencia Espacial Europea (ESA)

Bassy Álvarez O.¹, Ortega García MV.², Cabria Ramos JC.³ y de la Torre Noetzel R.⁴

Sanid. mil. 2019; 75 (4): 221-222, ISSN: 1887-8571

Spanish Participation of Civil Researches and Military Veterinarians in the BIOMEX Space Experiment (Biology and Mars Experiment) with the European Space Agency (ESA)

SUMMARY

The BIOMEX experiment (Biology and Mars Experiment, ILSRA 2009-0834) was part of the SUBLIMAS project (acronym for “Survival of bacteria and lichens in analogues of Mars and space”), led by INTA and funded by the Ministry of Science, Innovation and Universities (ESP2015-69810-R). The main objective of the SUBLIMAS project is the study of the survival and degradation of extremophilic organisms (lichens among others) in space and in simulated conditions of Mars in the long term. The results of this experiment showed that, after a long period of exposure in the EXPOSE-R2 installation on the International Space Station, the *Circinaria gyrosa* lichen was able to recover photosynthetic activity. It is of great interest to do studies in living organisms in extreme situations, as well as the need for collaborations between different institutions to carry them out. Highlight the participation of veterinarians of the Military Health Corps among other researchers, as well as the learning generated after participating in coordinated projects. These findings extend knowledge about the resistance of life to space conditions and contribute to the understanding of the adaptation potential of extremophilic organisms to the environmental conditions of the Martian surface.

El experimento BIOMEX (*Biology and Mars Experiment*), ILSRA 2009-0834 formó parte del proyecto SUBLIMAS (acrónimo de “Supervivencia de bacterias y líquenes en análogos de Marte y en el espacio”), liderado por el Departamento de Ob-

servación de la Tierra del INTA-Campus de Torrejón y financiado por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (Modalidad 1, Proyectos I+D+i del Programa Estatal de Investigación, Desarrollo e Innovación, orientado a los Retos de la Sociedad, referencia ESP2015-69810-R). En este proyecto participa personal del Área de Defensa Biológica (INTA-Campus La Marañosa, España) y entre el mismo dos oficiales veterinarios del Cuerpo Militar de Sanidad con la especialidad complementaria de Microbiología, Higiene y Sanidad ambiental. También participa el Instituto de Geociencias (IGEO-CSIC, España), el *Institute of Planetary Research* (DLR, Alemania), el Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla (IRNAS-CSIC, España) y la *Umea University* (Suecia).



Figura 1. Foto de campo del talo del líquen vagante *Circinaria gyrosa* en el momento de su recolección en Zaorejas (Guadalajara, España)

El principal objetivo de este experimento, que finaliza en 2020, es el estudio de la supervivencia y degradación de los líquenes y otros organismos extremófilos (bacterias, cianobacterias, *biofilms*, archeas, hongos negros y musgos) en el espacio y en condiciones simuladas de Marte (radiación UV, radiación cósmica, vacío espacial y atmósfera de Marte) a largo plazo (1,5 años).

La totalidad de los ensayos están prácticamente finalizados. La simulación se realizó sobre la plataforma EXPOSE-R2 de la Estación Espacial Internacional (ISS). Un *set* completo de muestras del líquen *Circinaria gyrosa* se expuso a condiciones ambientales de espacio y a un ambiente simulado de Marte durante 18 meses (2014–2016) para estudiar: a) su resistencia al

¹ Doctora en Ciencias Biológicas. INTA-Campus La Marañosa, Dpto. de Sistemas de Defensa NBQ y Materiales Energéticos, San Martín de la Vega (Madrid), España. IS-DEFE, Madrid, España.

² Comandante Veterinario (MSA). INTA-Campus La Marañosa, Departamento de Sistemas de Defensa NBQ y Materiales Energéticos, San Martín de la Vega (Madrid), España.

³ Teniente coronel Veterinario (MSA). INTA-Campus La Marañosa, Departamento de Sistemas de Defensa NBQ y Materiales Energéticos, San Martín de la Vega (Madrid), España.

⁴ Doctora en Ciencias Biológicas. INTA-Campus de Torrejón, Departamento de Observación de la Tierra, Torrejón de Ardoz (Madrid), España.

Dirección para correspondencia: María Victoria Ortega García. Departamento de Sistemas de Defensa NBQ y Materiales Energéticos, Subdirección General de Sistemas Terrestres, INTA-Campus La Marañosa, M-301, km 10,5, 28330, San Martín de la Vega (Madrid), España. ortegagmv@inta.es

Recibido: 11 de noviembre de 2019

Aceptado: 16 de diciembre de 2019

doi: 10.4321/S1887-85712019000400007

espacio y condiciones similares a las de Marte, y b) biomarcadores que puedan ser empleados en futuras misiones espaciales (Exo-Mars).



Figura 2. Plataforma EXPOSE-R2 con las muestras de vuelo de *Circinaria gyrosa* en la Estación Espacial Internacional (cortesía de la ESA)

Una vez que las muestras regresaron a la Tierra (Junio 2016), se utilizaron diferentes métodos para evaluar la viabilidad del líquen tras la exposición a las duras condiciones del espacio y de Marte:

1. La actividad fotosintética fue determinada mediante el análisis de la fluorescencia de clorofila a, para comprobar el estado del fotosistema II;
2. Mediante microscopía láser confocal (CLSM) se analizó la vitalidad de las células del alga y del hongo;
3. Los efectos morfológicos y ultraestructurales se estudiaron mediante microscopía electrónica de transmisión (TEM) y de barrido (FESEM);
4. Los daños en el ADN se analizaron mediante la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) y amplificación aleatoria de ADN polimórfico (RAPD).

El personal del INTA-Campus La Marañosa, entre el que se encuentra dos oficiales veterinarios, fue el encargado de llevar a cabo los análisis para determinar los daños en el ADN mediante técnicas basadas en biología molecular.

Los resultados de este experimento mostraron que, después de un largo período de exposición en la instalación EXPOSE-R2 sobre la Estación Espacial Internacional, el líquen *Circinaria*

gyrosa era capaz de recuperar la actividad fotosintética. La comparación de resultados de las muestras expuestas a la radiación UV del espacio y de Marte con los de las muestras de vuelo no expuestas (*dark control*) respaldó la premisa de que la estructura morfológica compacta de *Circinaria gyrosa*, incluida su gruesa corteza, actuó como un escudo protector endógeno contra dicha radiación. Estos resultados llevaron a plantear la hipótesis de que la parte del micobionte (hongo) de *Circinaria gyrosa* proporcionó protección a través de las células de la corteza, ya fuera viva o muerta, al rodear las células del fotobionte (alga). Además, se realizó por primera vez el análisis del ADN de *Circinaria gyrosa* para evaluar los efectos mutagénicos de la radiación ionizante sobre el mismo. El análisis por PCR reveló daños en el ADN de los líquenes previamente expuestos a condiciones extraterrestres y demostró que la radiación UV fue el parámetro más dañino, particularmente en combinación con el vacío espacial, aunque los perfiles obtenidos por RAPD se conservaron bien en casi todas las condiciones experimentales analizadas.

En conclusión, se quiere destacar por un lado el gran interés que conlleva el hacer estudios en organismos vivos en situaciones extremas, así como la necesidad de realizar colaboraciones entre diferentes instituciones para la elaboración de estos trabajos tan complejos. Por otro lado, también se quiere resaltar la participación de oficiales de las Fuerzas Armadas, en este caso veterinarios del Cuerpo Militar de Sanidad, al igual que el aprendizaje generado tras la experiencia de participar de forma activa en proyectos coordinados. Estos hallazgos amplían el conocimiento sobre la resistencia de la vida a las condiciones del espacio y contribuyen a la comprensión del potencial de adaptación de los organismos extremófilos a las condiciones ambientales de la superficie marciana, y finalmente, a la resistencia de los líquenes en particular. Todos estos resultados se van a publicar en breve en la revista *Astrobiology*, una publicación científica de alto impacto dentro del campo de la Astrobiología¹.

BIBLIOGRAFÍA

1. de la Torre Noetzel R, Ortega-García MV, Miller AZ, López Ramirez MR, Bassy O, Granja C, Cubero B, Meessen J, Jordão L, Martínez Frías J, Rabbow E, Ott S, Sancho LG, de Vera JP. *Lichens survive on board of the EXPOSE-R2 facility outside the ISS: Results of Circinaria gyrosa as part of the BIOMEX Experiment*. *Astrobiology* (artículo aceptado).