

Un estudio revela que algunas células vegetativas de esta bacteria permanecen metabólicamente activas bajo condiciones similares a las de la superficie marciana

***Bacillus subtilis* sobrevive cinco días en una atmósfera simulada de Marte gracias a la fermentación y la termogénesis**

Noticia destacada



02'oct.'26.- Un estudio reciente, liderado por investigadores del Centro de Astrobiología (CAB, CSIC-INTA), describe la respuesta fisiológica y metabólica de las células vegetativas de la bacteria *Bacillus subtilis* tras ser sometida a una atmósfera simulada de la superficie de Marte durante cinco días.

La bacteria *Bacillus subtilis* es ampliamente conocida por su extraordinaria capacidad para resistir condiciones extremas, como temperaturas y presiones muy bajas o elevadas, radiación ultravioleta y procesos de desecación. Estas características la han convertido en un organismo modelo para la investigación astrobiológica.

Entre sus mecanismos de supervivencia destaca la capacidad de formar esporas, estructuras altamente resistentes en las que encapsula su material genético y reduce al mínimo su actividad metabólica. Estas esporas pueden permanecer latentes durante largos periodos hasta que vuelven a darse condiciones ambientales favorables, momento en el que recuperan su estado vegetativo.

Aunque ya se había demostrado que las esporas de *Bacillus subtilis* pueden sobrevivir durante al menos un día en condiciones similares a las existentes en la superficie de Marte, hasta ahora se desconocía cómo responderían las células vegetativas ante una exposición prolongada a ese entorno hostil.

Para abordar esta cuestión, un equipo de investigadores del Centro de Astrobiología (CAB, CSIC-INTA) y del Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA) llevó a cabo un experimento en el que expuso cultivos de *Bacillus subtilis* a condiciones ambientales análogas a las de la superficie marciana durante cinco días consecutivos. Los ensayos se realizaron en la Cámara MARTE, una instalación diseñada y construida por investigadores del CAB para reproducir atmósferas planetarias reales o hipotéticas.

Una cámara capaz de recrear Marte en la Tierra

La Cámara MARTE permite simular de forma integrada los principales parámetros ambientales del planeta rojo, como la temperatura, la presión atmosférica, la composición gaseosa, la radiación y los ciclos de día y noche, incorporando además el control de la humedad ambiental.

En este estudio, la atmósfera simulada reprodujo condiciones compatibles con la superficie marciana: seis horas diarias a 10 °C durante el periodo diurno y dieciocho horas a -15 °C durante la noche, con una presión de 20 milibares y una composición gaseosa formada por un 100 % de dióxido de carbono (CO₂).

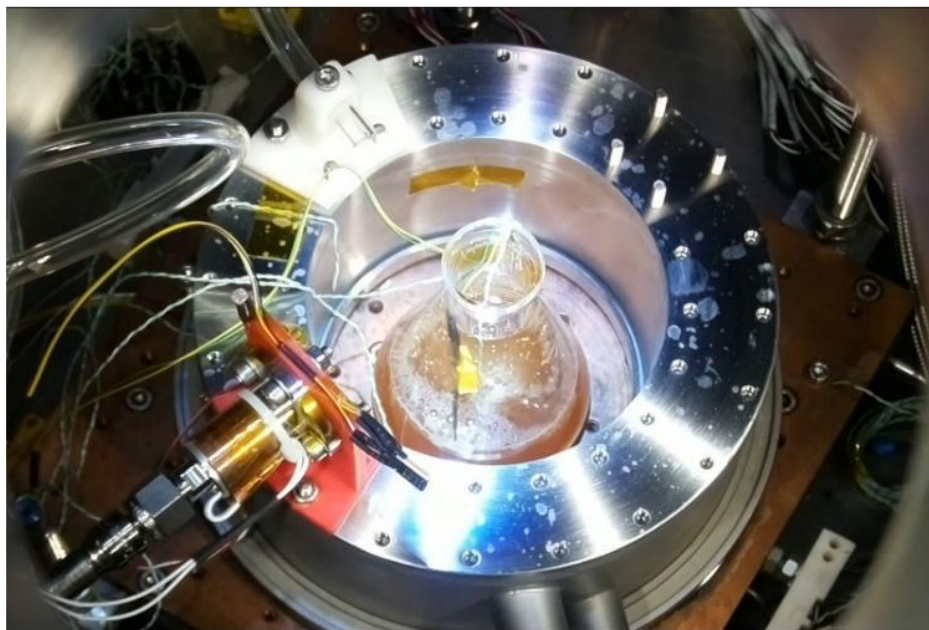


Figura 1. Interior de la Cámara MARTE durante el experimento, con un cultivo de *Bacillus subtilis* sometido a condiciones simuladas de la superficie marciana.

Estrategias de supervivencia en un entorno extremo

Tras cinco días de exposición, sobrevivió aproximadamente el 12 % de la población bacteriana inicial. El análisis de los resultados permitió identificar diversos mecanismos que habrían favorecido la adaptación de las bacterias a un entorno tan extremo.

Uno de los hallazgos más relevantes fue la detección de un aumento de aproximadamente 4 °C en la temperatura del cultivo respecto a la temperatura programada en la cámara. Este fenómeno es compatible con un proceso conocido como termogénesis microbiana, mediante el cual determinados microorganismos generan calor residual a través de su actividad metabólica. Esta capacidad podría contribuir a su supervivencia en ambientes extremadamente fríos.

Además, los investigadores observaron una sobreexpresión de proteínas relacionadas con la fermentación, una vía metabólica que permite obtener energía en ausencia de oxígeno. Dado que estos procesos también generan calor como subproducto metabólico, los resultados sugieren que la combinación de fermentación y termogénesis desempeñó un papel clave en la supervivencia de las bacterias durante la exposición a la atmósfera marciana simulada.

Células activas sin necesidad de esporular

Otro resultado destacado del estudio fue la observación, mediante microscopía electrónica de barrido (SEM), de que la mayor parte de las bacterias supervivientes no había formado esporas. Por el contrario, permanecieron en estado vegetativo y mantuvieron actividad metabólica durante toda la experiencia.

No obstante, las células sí mostraron algunas modificaciones morfológicas. Entre ellas, una reducción de tamaño y una superficie celular más rugosa en comparación con las observadas en condiciones terrestres convencionales.

Estos cambios sugieren la activación de mecanismos de adaptación específicos que permitirían a las bacterias afrontar las condiciones ambientales extremas sin recurrir necesariamente a la formación de esporas.

Implicaciones para la astrobiología

Los resultados demuestran que, pese a la extrema hostilidad de las condiciones marcianas, una fracción de las células vegetativas de *Bacillus subtilis* puede sobrevivir y mantenerse metabólicamente activa durante al menos cinco días en una atmósfera simulada de Marte.

El estudio aporta nuevas evidencias sobre la capacidad de adaptación de los microorganismos terrestres a entornos planetarios extremos y contribuye a mejorar el conocimiento sobre los límites de la vida, una cuestión fundamental para la exploración planetaria y la búsqueda de vida fuera de la Tierra.

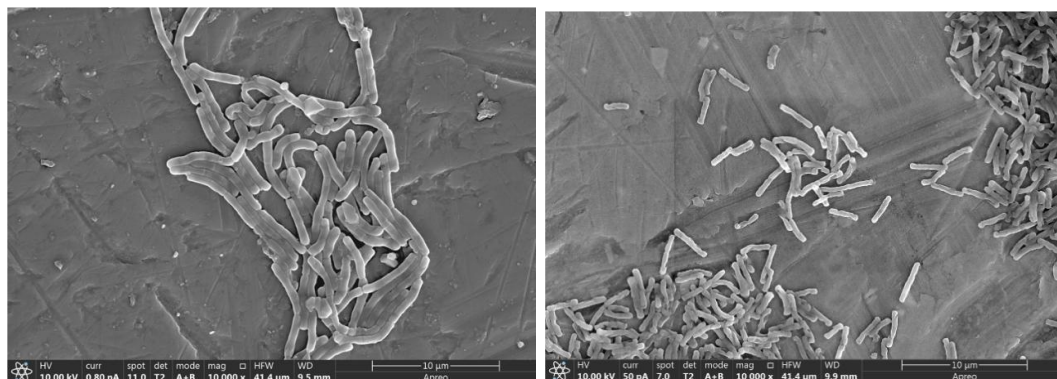


Figura 2. Imágenes obtenidas mediante microscopía electrónica de barrido (SEM) de Bacillus subtilis en condiciones terrestres (A) y tras cinco días de exposición a una atmósfera simulada de Marte (B).

MÁS INFORMACIÓN

Sobre la Cámara MARTE: <https://www.uhv.es/sites/marte/index.html>

Artículo científico en *Scientific Reports*:

Hidalgo-Arias, A., Martínez-Gonzalez, S., Martínez-Carrancho, M., García-Martínez, M., Sobrado, J., García-Lopez, E. & Cid, C. Adaptive thermogenesis and fermentation as survival strategies of vegetative cells of *Bacillus subtilis* under simulated Martian stressors. *Sci Rep* (2026). <https://doi.org/10.1038/s41598-026-66498-x>

Contacto

Andrea Hidalgo Arias (ahidalgo@cab.inta-csic.es)

Financiación

Proyecto PID2023-146641NB-C2 financiado por MCIN/AEI
/10.13039/501100011033/



Sobre el CAB

El [Centro de Astrobiología](#) (CAB) es un centro mixto de investigación del INTA y del CSIC. Creado en 1999, fue el primer centro del mundo dedicado específicamente a la investigación astrobiológica y el primer centro no estadounidense asociado al NASA Astrobiology Institute (NAI), actualmente NASA Astrobiology Program. Se trata de un centro multidisciplinar cuyo principal objetivo es estudiar el origen, presencia e influencia de la vida en el universo mediante una aproximación transdisciplinar. El CAB fue distinguido en 2017 por el Ministerio de Ciencia e Innovación como Unidad de Excelencia “María de Maeztu”.

El CAB ha liderado el desarrollo de los instrumentos [REMS](#), [TWINS](#) y [MEDA](#), operativos en Marte desde agosto de 2012, noviembre de 2018 y febrero de 2021, respectivamente; así como la ciencia de los instrumentos raman [RLS](#) y RAX, que serán enviados a Marte a finales de esta década como parte de la misión ExoMars y a una de sus lunas en la misión MMX, respectivamente. Además, desarrolla el instrumento [SOLID](#) para la búsqueda de vida en exploración planetaria. Asimismo, el CAB co-lidera junto con otras tres instituciones europeas el desarrollo del telescopio espacial PLATO, y participa en diferentes misiones e instrumentos de gran relevancia astrobiológica, como MMX, [CARMENES](#), [CHEOPS](#), [BepiColombo](#), [DART](#), [Hera](#), los instrumentos [MIRI](#) y [NIRSpec](#) en [JWST](#) y el instrumento [HARMONI](#) en el [ELT](#) de [ESO](#).

