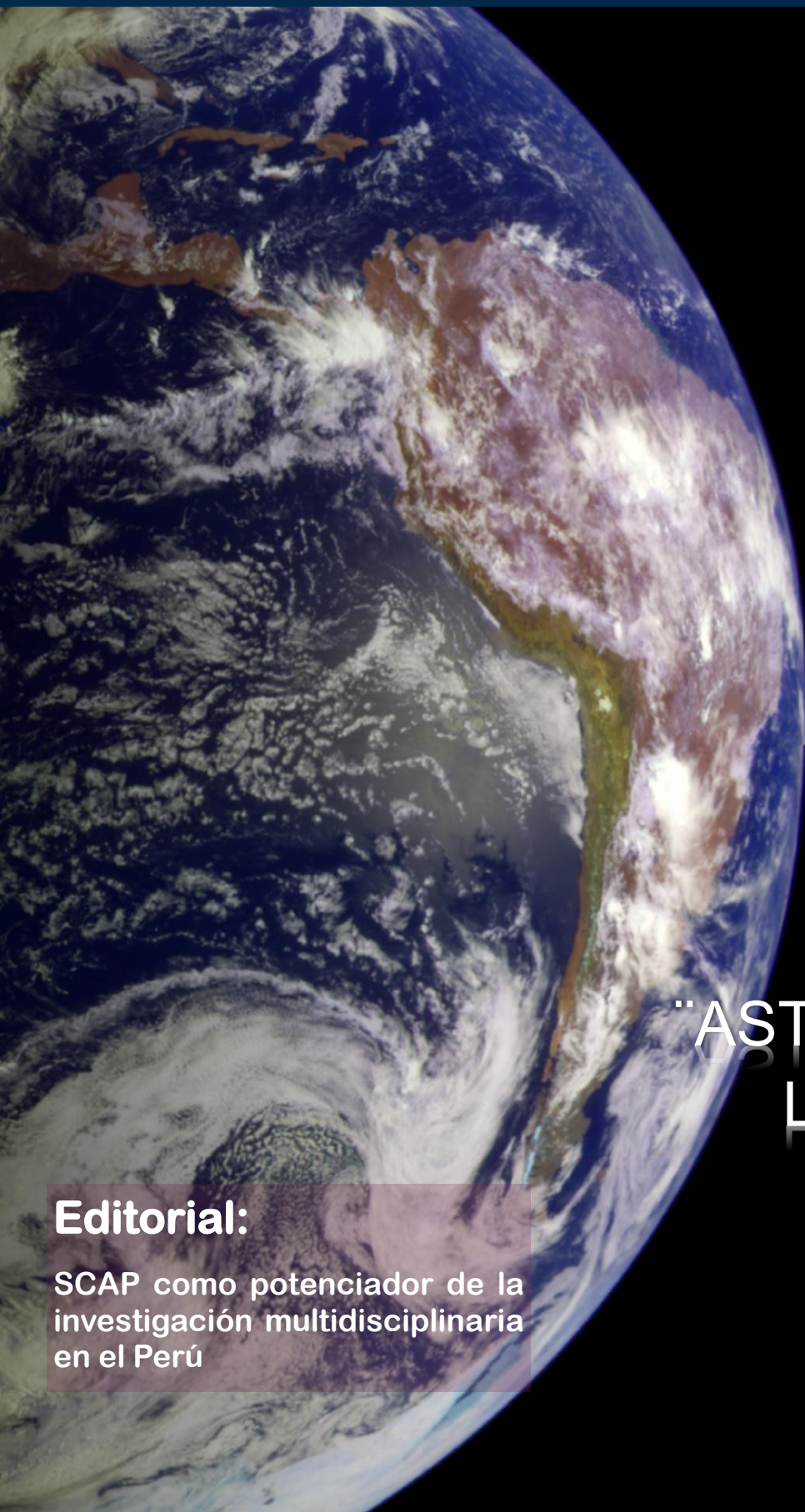
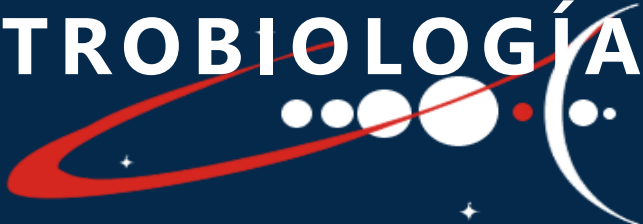


LECTURAS DE ASTROBIOLOGÍA



Contenido:

- Ecuación de Drake.
- Agua en fase sólida.
- Potencial de las cianobacterias para la astrobiología
- Extremófilos halófilos en Pampas de La Joya
- Foro Peruano de Astrobiología - Reseña.
- Filiales SCAP
- La travesía de las papas a Marte
- Especial "La astrobiología en Latinoamérica"

Especial:

"ASTROBIOLOGÍA EN LATINOAMÉRICA"

Editorial:

SCAP como potenciador de la investigación multidisciplinaria en el Perú



SOCIEDAD CIENTÍFICA DE ASTROBIOLOGÍA DEL PERÚ

Distribución Gratuita
LIMA, PERÚ

Lecturas de Astrobiología
Volumen 1, Número 1, agosto a diciembre del 2017
ISSN : 2617-1015 (En línea)

Editores:

Rómulo Leoncio Cruz Simbrón (SCAP)
Ruth Estefany Quispe Pilco (SCAP)

Consejo Editorial (2017): Julio Valdivia Silva (SCAP), Saúl Pérez Montaña (SCAP)

Corrección de gramática, ortografía y estilo :

Rómulo Leoncio Cruz Simbrón
Elsa Bustamante Romero
Ruth Estefany Quispe Pilco

Diagramación:

Ruth Estefany Quispe Pilco

Las Lecturas de Astrobiología se publica dos veces al año e incluye artículos originales de divulgación científica en todas las áreas de la astrobiología. En la página web se encuentra una descripción de la orientación de las Lecturas. El contenido de los artículos publicados en la Revista es responsabilidad exclusiva de sus autores.

Los artículos de las Lecturas de Astrobiología pueden ser reproducidos para uso educativo o de investigación, siempre que se indique la fuente.

Sociedad Científica de Astrobiología del Perú

Dirección postal del editor: Mz Z prima lote 22 Asoc. Viv. Chillón Puente Piedra.

Código Postal: 15116 – Lima 22 Perú

e- mail: astrobiologyperu@gmail.com

Portal web: www.scap.com.pe

Teléfono: (511) 934900707



COLABORADORES Y AUTORES

Editorial

Julio Valdivia Silva

Autores de artículos

Aisa Olazo Rázuri

Carlos Daniel Pariona Velarde

Jeffrey Andrew Ramón Pacheco

Leonardo Soto Chumpitaz

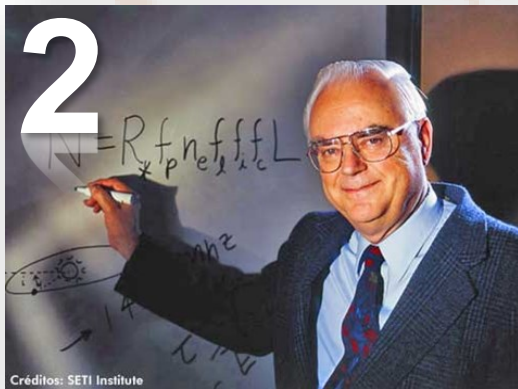
Roberto Adolfo Ubidia Incio

Ruth Estefany Quispe Pilco

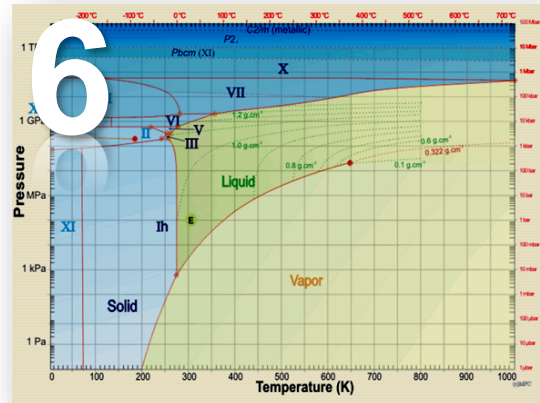
Víctor Román Flores

C O N T E

1 Editorial



Ecuación de Drake



Agua en fase sólida



Potencial de las cianobacterias para la astrobiología



Extremófilos halófilos en Pampas de La Joya

N I D O



**Foro Peruano de
Astrobiología - Reseña.**



Filiales SCAP



**La travesía de las papas a
Marte**



**Astrobiología en
Latinoamérica**



SCAP COMO POTENCIADOR DE LA INVESTIGACIÓN MULTIDISCIPLINARIA EN EL PERÚ

Dr. Julio Valdivia-Silva

Presidente de SCAP, Director de Bioingeniería e Ingeniería Química-UTEC

Es grato para mí, como Presidente de la Sociedad Científica de Astrobiología del Perú, iniciar esta nueva publicación con la gran noticia de que nos estamos expandiendo. Digo esto porque luego de nuestro primer encuentro nacional (ver: <http://www.scap.com.pe>) muchos estudiantes peruanos quieren formar también una filial SCAP en sus ciudades. Además de Trujillo y Arequipa, estudiantes de Iquitos, Puno y Cusco quieren ser parte de esta gran familia. Es grato también contar ahora con investigadores reconocidos de múltiples áreas de la ciencia relacionadas a entender el origen, presencia y futuro de la vida dentro y fuera de nuestro planeta Tierra; y me es grato también saber que ya se habla más del Espacio desde que iniciamos esta idea allá por el 2009.

Hago este preámbulo porque nunca antes en nuestro país se observó un fenómeno similar, donde muchos estudiantes de diversas áreas y disciplinas se juntan para trabajar e investigar en metas comunes, para crear y materializar ideas, para dar una perspectiva diferente a un mismo desafío, y ahora, para soñar y materializar misiones espaciales desde nuestro Perú. Realmente esto es increíble y muy gratificante para quien escribe estas líneas.

No hablaré de la historia de SCAP, porque ya está muy bien descrita en nuestra web, pero quiero en estas líneas resaltar con gran fuerza de como una pequeña motivación de pocos pudo convertirse en una gran iniciativa y trabajo de muchos. Nuestra Sociedad inició así, con 2 o tres personas, con un mentor y dos estudiantes que ahora somos más de 200 personas trabajando y haciendo cosas por la Astrobiología. No es sólo SCAP, son más grupos y asociaciones dedicadas a temas espaciales desde sus diferentes disciplinas. La iniciativa de una conferencia en el año 2009 se ha convertido en proyectos de investigación con impacto mundial en estos últimos años y en eventos reconocidos por el mundo entero. Basta con buscar en los buscadores de información los proyectos de la base marciana Mars-PJ, o el proyecto de la papa en Marte, o la misión KillaLab, o eventos como el Congreso Latinoamericano de Astrobiología iniciado por SCAP en el Perú y que ahora se va a Colombia, los encuentros, conferencias, concursos con temática espacial, etc. Realmente, como fundador y ahora presidente de SCAP me siento muy complacido y muy motivado. Sé que los discípulos superarán con creces al maestro (quizás me llamaría “motivador”, porque ser maestro involucra más características de las que poseo) logrando potenciar esta visión multidisciplinaria, y sé también que en nuestro país esto sólo es el principio.

Los invito a leer los artículos preparados en esta publicación que realmente es un gran esfuerzo de los chicos de SCAP. ¡Disfrútenla y motívense con ella!

ECUACIÓN DE DRAKE

Desde hace mucho tiempo el ser humano ha buscado otras formas de vida, por desgracia no se puede hacer una búsqueda directa, observando planeta por planeta, así pues el hombre ha tenido que idear métodos de búsqueda indirecta como por ejemplo: métodos de comunicación pasiva (señales de radio, televisión, comunicaciones a satélites), métodos de comunicación activa (enviar mensajes en satélites como el Voyager o Pioner, enviar ondas de radio desde los radiotelescopios terrestres como el de Arecibo), buscar mensajes del exterior con una señal que no se deba al azar o a fenómenos naturales (como los cuásar que emiten una señal periódica), etc. Otro de los métodos indirectos para saber si hay vida tecnológicamente desarrollada en el exterior es la ecuación de Drake, concebida por el radioastrónomo y presidente del Instituto SETI Frank Drake, con el propósito de estimar la cantidad de civilizaciones en nuestra galaxia, la Vía Láctea, susceptibles de poseer emisiones de radio detectables (Sagan & Shklovskii, 1981).

Escrito por:

Jeffrey Andrew Ramón
Pacheco^{1,2,3}.

1. Sociedad Científica de Astrobiología del Perú

2. Universidad Nacional Federico Villarreal

3. Instituto de Matemáticas.

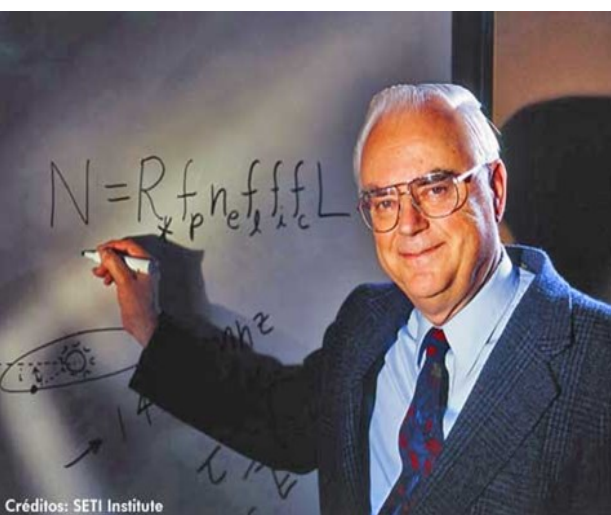


Figura 1. Frank Drake. Fuente: SETI Institute.

¿QUIÉN ES FRANK DRAKE?

Frank Drake es un astrónomo estadounidense y uno de los pioneros de S.E.T.I.. Ha participado y dirigido numerosos proyectos desde que él mismo llevara a cabo el primero de todos, el proyecto Ozma en el año 1960. Actualmente es presidente emérito del instituto S.E.T.I. (**Figura 1**).

Nació el 28 de mayo de 1930 en Chicago. Él cuenta que consideró la posibilidad de existencia de vida en otros planetas desde los 8 años de edad, pero que nunca discutió la idea con su familia o sus profesores debido a la ideología religiosa prevalente.

Se matriculó en la Universidad de Cornell con una beca de Oficial Naval de Reserva. Una vez ahí empezó estudiando astronomía. Sus ideas sobre la posibilidad de vida extraterrestre se reforzaron con una clase magistral del astrofísico Otto Struve en 1951.

Después de la universidad, él sirvió brevemente como oficial de electrónica en el USS Albany. Más tarde fue a la escuela de Radioastronomía para graduados en Harvard.

En 1974 transmitió un mensaje codificado hacia el espacio profundo, una tarjeta de visita humana en ondas electromagnéticas (Mensaje de Arecibo). Pero las cosas van despacio 'ahí fuera'. Su mensaje tardará 25.000 años en llegar a la constelación de Hércules, donde según muchos científicos puede muy bien existir vida inteligente. Pero Drake no desespera y permanece a la escucha (Caballero, 2000).

LA ECUACIÓN DE DRAKE

La ecuación fue concebida en 1961 por Drake mientras trabajaba en el Observatorio de Radioastronomía Nacional en Green Bank, Virginia Occidental (EE. UU.). La ecuación de Drake identifica los factores específicos que, se cree, tienen un papel importante en el desarrollo de las civilizaciones. Aunque en la actualidad no hay datos suficientes para resolver la ecuación, la comunidad científica ha aceptado su relevancia como primera aproximación teórica al problema, y varios científicos la han utilizado como herramienta para plantear distintas hipótesis.

Nuestro sol es sólo una estrella solitaria en la abundancia de 7×10^{22} estrellas en el universo observable. La Vía Láctea es sólo una de entre las 500.000.000.000 galaxias del Universo. Parecería entonces que debería haber plenitud de vida allí afuera.

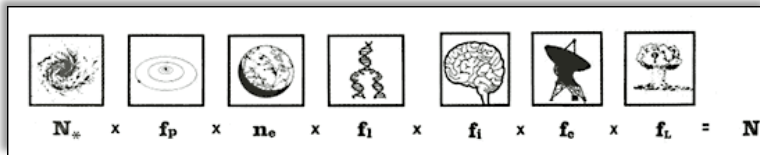


Figura 2. Esquema de la ecuación de Drake realizado por Carl Sagan.

DETALLES DE LA ECUACIÓN

La ecuación de Drake se puede expresar de la siguiente manera (Figura 2):

Una versión estilizada de la ecuación de Drake con imágenes de fondo para cada término: una galaxia para N , órbitas planetarias para R , un planeta para f_p , un ADN para n_e , un cerebro para f_l , un árbol para f_i y una antena de radio para f_c . La ecuación se presenta como $N = R f_p n_e f_l f_i f_c L$.

Donde N representa el número de civilizaciones que podrían comunicarse en nuestra galaxia, la Vía Láctea. Este número depende de varios factores:

- ♦ R^* es el ritmo anual de formación de estrellas “adecuadas” en la galaxia.
- ♦ f_p es la fracción de estrellas que tienen planetas en su órbita.
- ♦ n_e es el número de esos planetas orbitando dentro de la ecosfera de la estrella (las órbitas cuya distancia a la estrella no sea tan próxima como para ser demasiado calientes, ni tan lejana como para ser demasiado frías para poder albergar vida).
- ♦ f_l es la fracción de esos planetas dentro de la ecosfera en los que la vida se ha desarrollado.
- ♦ f_i es la fracción de esos planetas en los que la vida inteligente se ha desarrollado.
- ♦ f_c es la fracción de esos planetas donde la vida inteligente ha desarrollado una tecnología e intenta comunicarse.
- ♦ L es el lapso de tiempo, medido en años, durante el que una civilización inteligente y comunicativa puede existir.

¿CUÁL FUE LA SOLUCIÓN DE LA ECUACIÓN DE DRAKE?

En 1961, Drake y su equipo asignaron los siguientes valores a cada parámetro:

- $R^* = 10/\text{año}$ (10 estrellas se forman cada año)
- $f_p = 0.5$ (La mitad de esas estrellas cuentan con planetas)
- $n_e = 2$ (Cada una de esas estrellas contiene 2 planetas)
- $f_l = 1$ (El 100% de esos planetas podría desarrollar vida)
- $f_i = 0.01$ (Solo el 1% albergaría vida inteligente)
- $f_c = 0.01$ (Solo el 1% de tal vida inteligente se puede comunicar)
- $L = 10.000$ años (Cada civilización duraría 10.000 años transmitiendo señales)
- Fórmula y solución dada por Drake:
- $$N = 10 \times 0.5 \times 2 \times 1 \times 0.01 \times 0.01 \times 10,000$$
- $$N = 10$$
 Posibles civilizaciones detectables (Ćirković, 2004).



Figura 3. La vía láctea.
Fuente: Nasa.

PARÁMETROS DE LA ECUACIÓN Y ESTIMACIONES ACTUALES

R^* = Según los últimos datos de la NASA y de la Agencia Espacial Europea el ritmo de producción galáctico es de 7 estrellas por año. En el entendido que son aptas Estrellas tipo K y G y si del total de estrellas 12,1% son estrellas de tipo K y un 7,6% son estrellas tipo G como el Sol, entonces solo el 19,7% de esas 7 estrellas que nacen cada año son propicias, por lo tanto solo 1,379 de esas siete estrellas anuales es verdaderamente apta (Trimble & Aschwanden, 1999).

f_p = Modernos investigadores del Observatorio Europeo Austral dedicados a la búsqueda de planetas argumentan que aproximadamente una de cada tres estrellas de tipo G podría contener planetas (Lee et al., 2011). En la estimación no se cuenta el porcentaje de planetas en estrellas naranjas o enanas rojas.

n_e = El número de planetas orbitando dentro de la ecosfera o zona habitable con órbita no excéntrica se estima en torno a uno de cada doscientos, con base en el único descubrimiento al respecto hasta la fecha, Gliese 581 d (en torno a una estrella enana roja).



Figura 4. Radioastronomía. Fuente: NASA

En esta estimación no se cuentan posibles satélites de exoplanetas masivos. También cabe esperar que las limitaciones tecnológicas actuales para detectar planetas de tamaño terrestre estén alterando notablemente el dato (Von Bloh et al., 2007).

f_i = En 2002, Charles H. Lineweaver and Tamara M. Davis (de la Universidad del Sur de Nueva Wales y del Centro Australiano de Astrobiología) estimaron que trece de cada cien planetas dentro de la ecosfera que han vivido alrededor de 1,000 millones de años pueden desarrollar vida (Lineweaver & Davis, 2002). En la estimación no se cuenta con planetas que hayan vivido menos de ese tiempo dentro de una ecosfera estable.

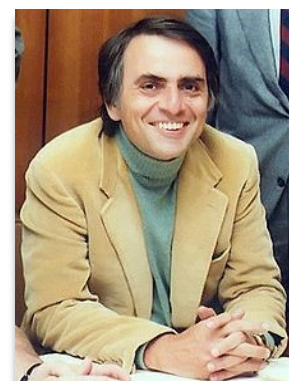
f_i = La cantidad de oportunidades para que se desarrolle vida inteligente en esos planetas estables se puede extrapolar de la fracción de tiempo que representa la vida inteligente en la Tierra, en relación con tiempo transcurrido desde la aparición de la vida unicelular. Es decir: de los 3.700 millones de años de vida en el planeta sólo en los últimos 200.000 años ha existido el Homo Sapiens (Pyron & Burbrink, 2012).

f_c = Según la estimación inicial de Drake, la posibilidad de desarrollar tecnología capaz de emitir señales de radiofrecuencia es de una en cien. Este valor adoptado, no obstante, es una simple conjetura. Se ha sugerido otra alternativa para estimar la cantidad de oportunidades para que la vida inteligente emita radiofrecuencias, que consistiría en extrapolar la fracción de tiempo que pueda durar la humanidad transmitiendo señales de radio en relación al tiempo transcurrido desde su aparición (hace 200 mil años). El lapso de tiempo que pueda durar la civilización industrial emitiendo señales de radio se podría basar del dato aportado en el parámetro L (Dick, 1999).

L = La expectativa de vida calculada en un artículo de la revista Scientific American hecha por Michael Shermer fue de 420 años en promedio, con base en la observación de 60 civilizaciones humanas antiguas que usaron consistentemente una tecnología preindustrial. Según la Teoría de Olduvai el tiempo de vida de la actual civilización industrial será de 100 años (1930-2030) coincidiendo más o menos en su aparición con el comienzo de emisiones de radio (1938) (Duncan, 2007) .

CONCLUSIONES

Desde un punto de vista científico, el interés de la Ecuación de Drake radica en el propio planteamiento de la ecuación, mientras que al contrario carece de sentido tratar de obtener cualquier solución numérica de la misma, dado el enorme desconocimiento sobre muchos de sus parámetros. Los cálculos realizados por distintos científicos han arrojado valores tan relativamente dispares como una sola civilización, o diez millones (Čirković, 2004).



"Si estamos solos en el Universo , seguro sería una terrible pérdida de espacio" (Carl Sagan)

Figura 5. Carl Sagan (1934 – 1996). Fuente: NASA/ JPL.

REFERENCIAS

1. Caballero, M. (2000). La Búsqueda de inteligencia extraterrestre: SETI. *Buran*, (15), 52-59.
2. Čirković, M. M. (2004). The temporal aspect of the Drake equation and SETI. *Astrobiology*, 4(2), 225-231.
3. Duncan, R. (2007). La teoría de Olduvai: El declive final es inminente. Crisis energética.
4. Dick, S. J. (1999). The biological universe: The twentieth century extraterrestrial life debate and the limits of science. Cambridge University Press.
5. Lee, M. H., Tan, X., Ford, E. B., Payne, M. J., Howard, A. W., Marcy, G. W., ... & Wright, J. T. (2011). On the dynamical state of the HD 82943 Planetary System. *In Extreme Solar Systems II Conference 2011 Conference Abstracts*.
6. Lineweaver, C. H., & Davis, T. M. (2002). Does the rapid appearance of life on Earth suggest that life is common in the universe?. *Astrobiology*, 2(3), 293-304.
7. Pyron, R. A., & Burbrink, F. T. (2012). Extinction, ecological opportunity, and the origins of global snake diversity. *Evolution*, 66(1), 163-178.
8. Sagan, C., & Shklovskii, I. (1981). Vida inteligente en el universo. Barcelona: Reverté.
9. Trimble, V., & Aschwanden, M. (1999). Astrophysics in 1998. *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, 111(758), 385.
10. Von Bloh, W., Bounama, C., Cuntz, M., & Franck, S. (2007). The habitability of super-Earths in Gliese 581. *Astronomy & Astrophysics*, 476(3), 1365-1371.

AGUA EN FASE SÓLIDA

El agua es el líquido más abundante de la superficie terrestre: contiene océanos de 10^9 km^3 . Existiendo una cantidad equivalente a un océano disuelto en el manto de la tierra. Pero el agua en la forma de hielo, está presente en gran cantidad en el espacio y en particular en el sistema solar. Ejemplos son el satélite Europa, Marte y los cometas (**Figura 1**). (Cabane *et al.*, 2005). La importancia del agua en su fase líquida es conocida, se considera un requisito para la existencia de la vida como la conocemos, pero en su fase sólida también presenta propiedades interesantes, la injerencia en las reacciones químicas que se pondera en la química prebiótica se podrían englobar en tres (Mottl *et al.*, 2007):

Escrito por:

Carlos Daniel Pariona
Velarde^{1,2,3}.

1. Sociedad Científica de Astrobiología del Perú
2. Universidad Cayetano Heredia
3. Universidad Federico Villareal

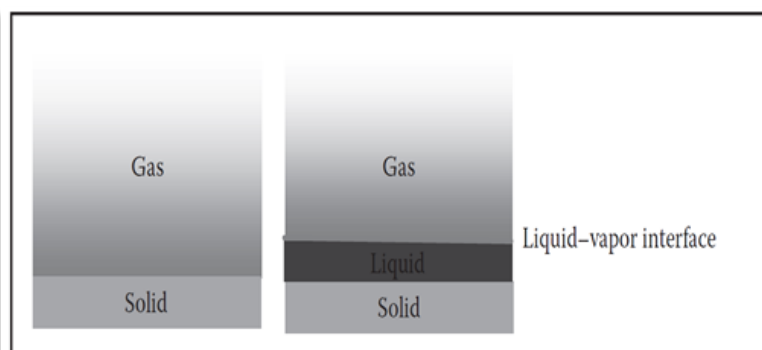


Figura 1. Un planeta en el universo sin (izquierda) y con (derecha) coexistencia de vapor-líquido. El último tiene una fase extra, una interface favorable donde la química prebiótica podría tomar lugar. (Fuente: Lynden-Bell *et al.* 2010)

1-Pueden actuar como un medio de transferencia de energía, por ejemplo los isómeros $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ son formados vía radicales intermediarios, si fuese en fase gaseosa la recombinación de estos productos sería inestable, pero en fase sólida (hielo), la energía interna de cada recombinación de producto radical-radical puede transferirse a los alrededores de la matriz de agua vía interacción de fotones, estabilizando la formación en los mantos de hielo rica en agua.

2-La incorporación de hielo de agua puede diluir los centros de reacción donde los radicales reactantes tienen que estar próximos (moléculas vecinas), siendo estos complejos y pesados en contraste con los átomos ligeros de hidrógeno que son móviles a baja temperatura, la adición de agua entre estas moléculas, al separar los radicales podrían estabilizarlos, así como modificar las velocidades de reacción.

3-Las moléculas de agua en forma de hielo al ser expuestas a radiación ionizante se descomponen unimolecularmente y forman otros compuestos. Por ejemplo, en sistemas modelos de agua se obtiene H, O, O_2 y H_2O_2 , donde la velocidad de reacción disminuye al incrementarse la temperatura de 10 a 110 K

En agua, en fase sólida, entra en juego las condiciones donde se encuentra como son la temperatura (T) y la presión (P) por lo que es necesario entender los sistemas modelos PVT y las ecuaciones de estado de la fase sólida del agua que posiblemente se encuentre en el interior de los planetas (Cabane *et al.* 2005).

El diagrama de fases es un mapa de las presiones y las temperaturas, a las cuales, cada fase es más estable. Las líneas que separan las regiones que se denominan límites de las fases, muestran los valores de P y T en los que las fases coexisten en equilibrio (Atkins *et al.* 2008). Siendo importantes para la geofísica, física y problemas planetarios (Lin *et al.*, 2005).

EL diagrama de fases del agua es complejo (**Figura 2**), tiene una fase líquida y muchas fases sólidas en formas cristalinas que se mantienen metaestables a baja temperatura y baja presión. El hielo conocido puede dividirse en 3 grupos (**Figura 3**), hielo a baja presión (hexagonal "Ih", cubico "III" y XI), hielo a alta presión (VII, VIII y X) y otros encontrados a presiones entre 200 a 2000MPa (www1.lsbu.ac.uk).

Figura 2: Diagrama de fases del agua (Fuente: www1.lsbu.ac.uk)

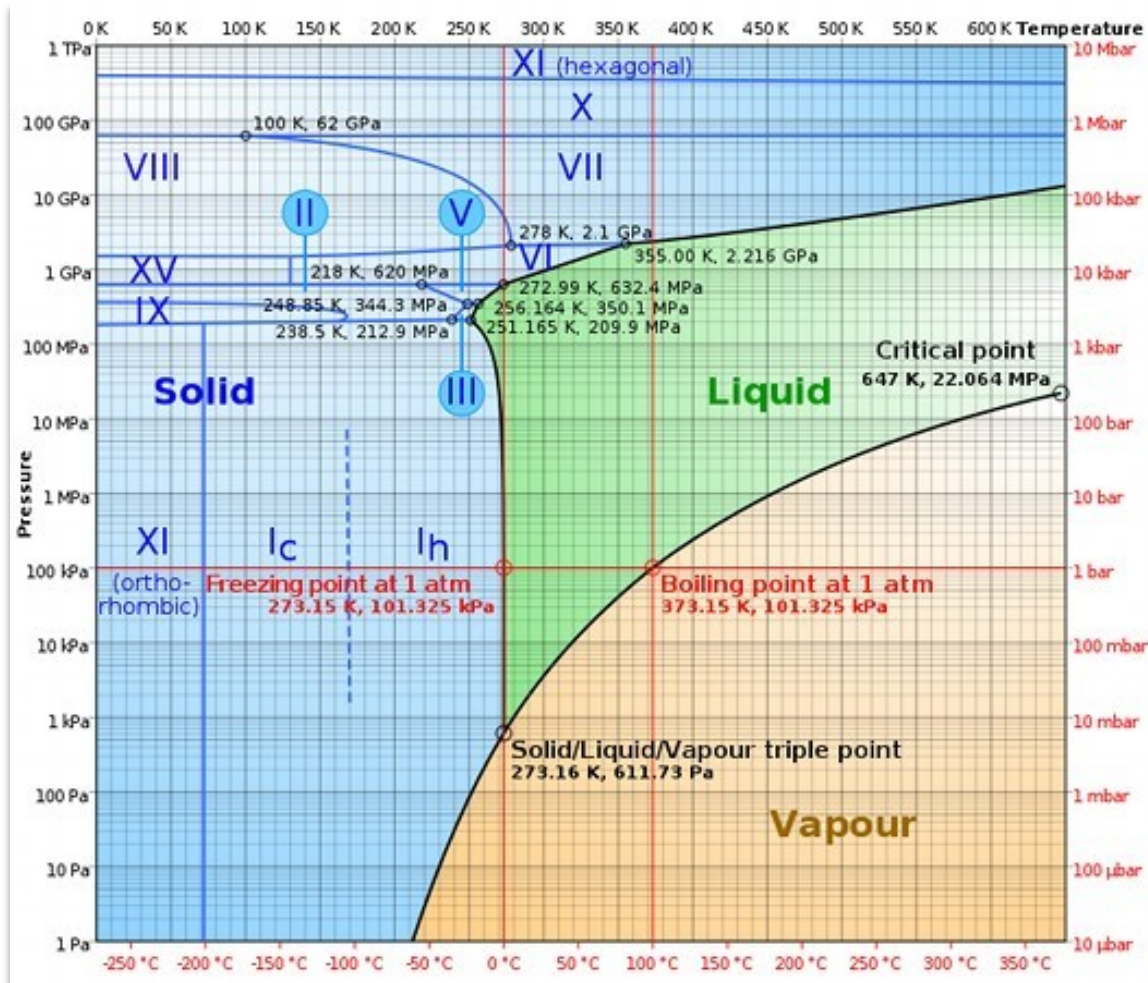
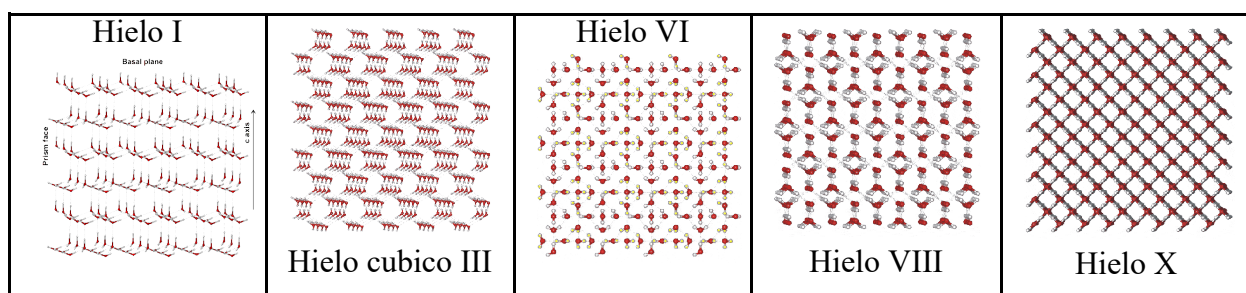


Figura 3: Polimorfismo del hielo (Fuente: www1.lsbu.ac.uk)



Datchi *et al.* (2000) refiere que la curva de fusión del hielo VII, polimorfo de H_2O sólida es estable hasta aproximadamente 325 °C a presiones equivalentes a las presiones centrales de Ganímedes, Calisto y Titán (**Figura 6**). Este hielo "caliente" podría haber interactuado extensivamente con los océanos subsuperficiales, otras fases "hielo" y fragmentos de roca. La interacción de hielo "caliente" podría ser de gran importancia para la estratificación química y la diferenciación interna de los planetas.

Estudios recientes han planteado la hipótesis de que varios de los satélites de Júpiter, tienen en el subsuelo agua salada. Para obtener más datos realistas para su uso en la física planetaria, es importante entender el efecto de las impurezas en H_2O a alta presión y a bajas temperaturas.

Frank *et al.* (2006) estudiaron la formación de hielo de soluciones de NaCl-H₂O mediante el uso de difracción de rayos X y espectroscopía Raman para determinar el efecto de la incorporación de Na⁺ y Cl⁻ que tendría sobre las propiedades volumétricas, lo cual, a primera vista, puede parecer contradictorio porque la adición de los iones debería aumentar el volumen del hielo simplemente por la adición de más masa. Sin embargo, el NaCl generó mayor compactación de la celda del cristal pasando de hielo tipo VII a una estructura de Hielo X.

Frank et al (2013) evaluó también solutos no iónicos como el metanol en hielo tipo VII donde explica que hay poca atracción iónica entre el agua y el metanol y el principal impacto es en la expansión del hielo que incrementó el volumen del cristal a presiones bajas en comparación con el hielo tipo VII (Figura 4).

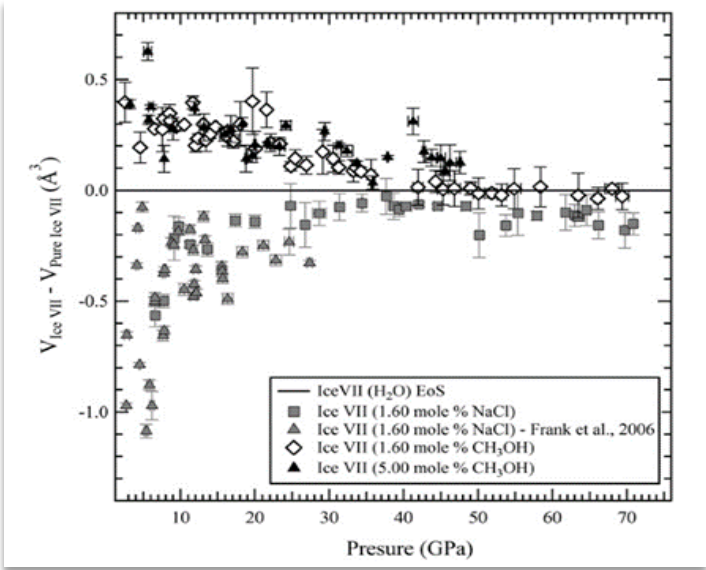


Figura 4. Variación del volumen del cristal de hielo por la presencia de NaCl o Metanol (Fuente: Frank *et al.* 2013)

En esta gráfica nos presenta que el cloruro sódico en el hielo VII disminuye el volumen a presiones por debajo de los 30GPa pero el metanol incrementa el volumen, la línea en cero indica la línea base del volumen del hielo puro VII, y los valores sobre la línea indica expansión del volumen del cristal y por debajo, compactación.

Otro efecto de la presencia de sales en los sistemas binarios es la modificación del punto triple (entre el hielo VI y hielo VII, como se aprecia en la Tabla 1.

Tabla 1. Modificación del punto triple por la presencia de NaCl en el sistema (Fuente: Frank *et al.* 2013)

	<i>T_t</i> (K)	<i>P_t</i> (GPa)
Pure H ₂ O (Bridgman, 1937)	354.8	2.19
Pure H ₂ O (Datchi et al., 2000)	354.8	2.17
0.01 mol kg ⁻¹	352.2	2.16
1 mol kg ⁻¹	342.6	2.12
2.5 mol kg ⁻¹	334.7	2.09
4 mol kg ⁻¹	324.9	2.09

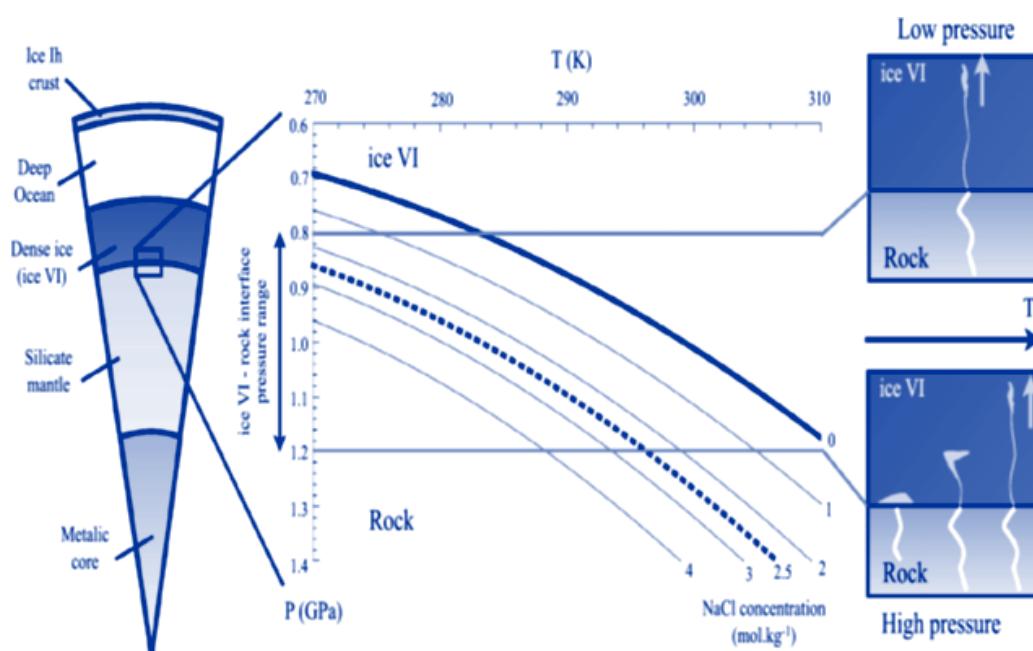
En particular, en los océanos profundos, se ha hipotetizado que en planetas ricos en agua, así como en satélites (Galileo, Europa, Calisto y Ganímedes), donde se asume que una alta gradiente térmica incrementa la fusión del hielo en la profundidad.

Además, hay interacción entre fases de agua a alta presión y los silicatos o materiales en lo profundo, sea por la vía de difusión de las impurezas a través del estado sólido a elevadas temperaturas por estar cercano al interior del planeta.

La presencia de sal de NaCl en el fluido acuoso tiene un significativo efecto sobre el líquido de hielo VI y VII así como en las densidades relativas que pueden cambiar algunos aspectos de los procesos internos en los grandes cuerpos ricos de H₂O.

En el interior de Titán o Ganimedes (**Figura 5**), las condiciones termodinámicas en el hielo VI – silicatos esta entre el rango de entre 0,8 y 1,2 GPa estimado a partir de datos gravitacionales y entre 250 y 310 K. Se aprecia figura 5, donde se muestra la ubicación del líquido en la interfase entre la roca y el hielo VI para diferentes concentraciones de sal (Journaux et al., 2013).

Figura 5. Representación de una luna como Ganimedes o Titán.



Las curvas del líquido para muchas concentraciones de sal están representadas en la mitad de la imagen, en un rango de presión y temperatura de interés en el sistema de Hielo VI y rocas en las lunas con gran cantidad de Hielo. Al lado derecho, se ilustra la circulación de los fluidos con NaCl bajo dos tipos de presiones que limitan su movilidad (Fuente: Journaux et al., 2013).

Desde el manto del silicato se generara una migración de fluidos moderadamente salinos hacia la superficie a baja presión independiente de la temperatura, seguido de enfriamiento, congelación parcial, que aumenta gradualmente la concentración de la sal en el hielo y este se vuelve más denso, pero cuando se sobrepasa la concentración de 2.5 mol/kg se vuelve aún más denso que el hielo VI y por lo tanto, queda atrapado en la parte inferior de la capa de hielo VI y no migra más.

A alta presión, la migración de los fluidos portadores de NaCl en la capa de hielo depende principalmente del estado térmico del cuerpo helado, pues para que migren, tendría que haber un incremento de la temperatura. Como se ve los perfiles de los fluidos calientes, suben más alto que para los perfiles en frío, en el primer caso, eventualmente pueden llegar al océano subsuperficial y entregar sal. En el último caso, formar bolsas locales de salmuera. En la situación de más frío esto puede ocurrir en el hielo interfaz VI-roca donde aumentaría la química de meteorización del manto de silicatos (Journaux et al., 2013).

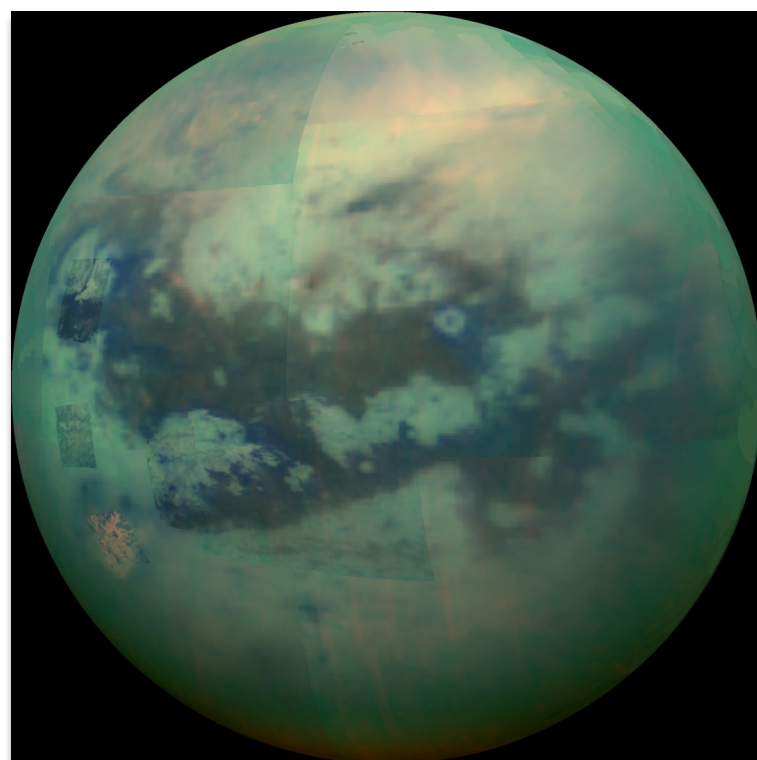


Figura 6. Titán. Fuente: NASA

REFERENCIAS:

1. Atkins, P. W., & De Paula, J. (2008). Química física (No. 541 A84y.). Buenos Aires: Panamericana.
2. Cabane, B., & Vuilleumier, R. (2005). The physics of liquid water. *Comptes Rendus Geoscience*, 337(1-2), 159-171.
3. Chaplin, M. (2018). Water structure and science. [Www1.lsbu.ac.uk](http://www1.lsbu.ac.uk/water/). Revisado 24 de marzo del 2018, desde <http://www1.lsbu.ac.uk/water/>
4. Frank, M. R., Runge, C. E., Scott, H. P., Maglio, S. J., Olson, J., Prakapenka, V. B., & Shen, G. (2006). Experimental study of the NaCl-H₂O system up to 28 GPa: implications for ice-rich planetary bodies. *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 155(1-2), 152-162.
5. Frank, M. R., Aarestad, E., Scott, H. P., & Prakapenka, V. B. (2013). A comparison of ice VII formed in the H₂O, NaCl-H₂O, and CH₃OH-H₂O systems: Implications for H₂O-rich planets. *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 215, 12-20.
6. Journaux, B., Daniel, I., Caracas, R., Montagnac, G., & Cardon, H. (2013). Influence of NaCl on ice VI and ice VII melting curves up to 6 GPa, implications for large icy moons. *Icarus*, 226(1), 355-363. .
7. Lin, J. F., Gregoryanz, E., Struzhkin, V. V., Somayazulu, M., Mao, H. K., & Hemley, R. J. (2005). Melting behavior of H₂O at high pressures and temperatures. *Geophysical research letters*, 32 (11).
8. Lynden-Bell, R. M., Morris, S. C., Barrow, J. D., Finney, J. L., & Harper, C. (Eds.). (2010). Water and life: the unique properties of H₂O. CRC Press.
9. Mottl, M. J., Glazer, B. T., Kaiser, R. I., & Meech, K. J. (2007). Water and astrobiology. *Chemie der Erde-Geochemistry*, 67(4), 253-282. .

POTENCIAL DE CIANOBACTERIAS PARA LA ASTROBIOLOGÍA

Las cianobacterias son un grupo diverso de procariotas conocidas también como algas verde azuladas. Estas bacterias son encontradas en muchas variedades de hábitats y son importantes desde el punto de vista biotecnológico y astrobiológico, ya que han sido encontrados en desiertos análogos a Marte, con altos niveles de radiación, baja materia orgánica, hiperaridez y alta salinidad. Sin embargo, en Pampas de La Joya - Perú (ambiente con características mencionadas anteriormente) aún no se han reportado bajo un método adecuado estas cianobacterias.

Para determinar cuáles son los estudios que se deben realizarse de cianobacterias que habitan el desierto Pampas de La Joya es necesario explicar las condiciones y estudios realizados con respecto a ellas en el sur del desierto de Atacama, es decir, en Chile. El desierto de Atacama es el más antiguo y seco en La Tierra que ha reportado más de 100 millones de años de aridez y 10 a 15 millones de años de hiperaridez (Gómez-Silva et al., 2008).

Escrito por:

Ruth Estefany Quispe
Pilco^{1,2,3}.

1. Sociedad Científica de Astrobiología del Perú
2. Universidad Nacional Agraria La Molina
3. Laboratorio de electroquímica, Universidad Nacional de Ingeniería.

CONDICIONES AMBIENTALES QUE ENFRENTAN LOS MICROORGANISMOS EN EL DESIERTO DE ATACAMA:

Los factores reconocidos como controladores de la colonización microbiana en el desierto de Atacama son la disponibilidad de agua líquida y la alta radiación solar unida a la poca concentración de materia orgánica y una alta capacidad de oxidación (Bull & Asenjo, 2013). Por su parte, Gómez considera que sólo los primeros son los factores determinantes, mientras que la temperatura, el pH y la toxicidad del suelo son factores de menos importancia, con excepción del contenido de arsénico en algunas partes del desierto.

En el 2003, el desierto presentó suelos que no detectaban bacterias por cultivo o por amplificación del ADN (Navarro-González et al., 2003). A pesar de las condiciones mencionadas anteriormente, la colonización de cianobacterias ha sido reportada en los últimos años. El crecimiento de éstas ha sido posible gracias a la colonización de rocas de sal que permite el proceso de delicuescencia (Davila et al., 2008) y favorecido por las grandes oscilaciones en la temperatura del aire y la humedad relativa nocturna que se elevan a más del 70% (Wierzechos et al., 2006).

CIANOBACTERIAS EN ATACAMA:

En el 2005 Jacek Wierzechos y col. (Wierzechos et al., 2006) encontraron las primeras evidencias de cianobacterias endolíticas en rocas de sal, halitas en el núcleo hiperarido de Atacama (**Figura 1**). Por medio de microscopía electrónica de transmisión (TEM) aplicada a la solución salina de la roca, microscopio de luz (LM) se reveló que se trataba de cianobacterias endoevaporíticas del género *Chroococcidiopsis* que colonizaban una franja grisácea de la halita a unos 5 mm aproximadamente debajo de la superficie de la roca de sal y contaba con una biomasa de 2.3 ± 0.42 ug/g de evaporita.

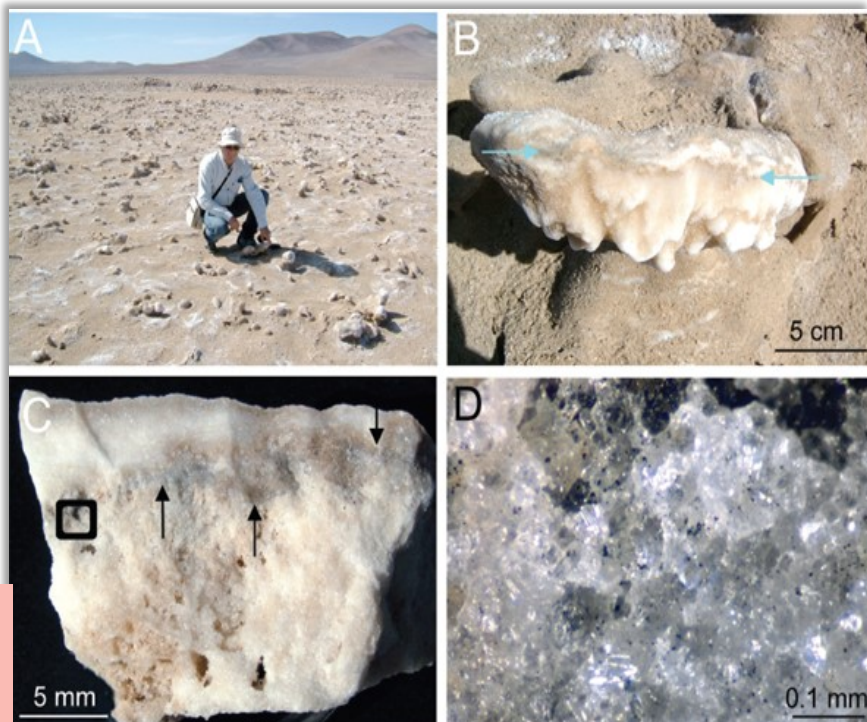


Figura 1. Rocas de halita en la zona de Yungay del desierto de Atacama que contienen cianobacterias endolíticas

(A) Vista general de las rocas de halita. (B) Primer plano de la roca halita que muestra una capa gris paralela a la superficie (flechas). (C) Una fractura transversal de la roca revela una capa gris colonizada por cianobacterias endoevaporíticas. (D) Micrografía estereoscópica de los agregados de microorganismos endolíticos apareciendo como manchas negras entre los cristales de halita. **Jacek Wierzchos y col** (Wierzchos et al., 2006).

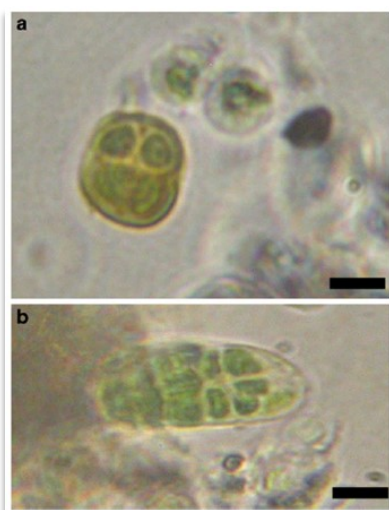


Figura 2. (a, b) Micrografías de luz transmitidas de cianobacterias encontradas en depósitos de halitas del salar grande en el Desierto de Atacama en Chile.

Las imágenes son morfológicamente consistentes al género de *Chroococcidiopsis*.

Escala de barra: 10 μ m. **Nunzia Stivaletta y col.** (Stivaletta et al., 2012).

MECANISMOS DE TOLERANCIA A LA DESECACIÓN:

Las cianobacterias del género *Chroococcidiopsis* sp. de Atacama han sido consideradas como anhidrobiontes, es decir como células antiguas tolerantes a la desecación y es justo en este género que se han hecho estudios para averiguar cuál es el mecanismo por el cual toleran a la desecación (**Figura 2**) (Billi & Potts, et al., 2012). Una de las hipótesis de Bill y col. (2002) fue el alto contenido de azúcares como trehalosa y sucrosa, ya que podrían actuar como bioprotectantes por sus enlaces de puente de hidrógeno que reemplazarían al agua en la membrana celular evitando la desaturación de proteínas y manteniendo la integridad de la célula. Otra de las hipótesis manejadas es la presencia de múltiples copias del genoma (Billi et al., 2000). Sin embargo, aún se desconocen los mecanismos de regulación de la reparación del ADN de esas cianobacterias, por lo que deberán hacerse mayores investigaciones para poder entender mejor la adaptación de dichas colonias.

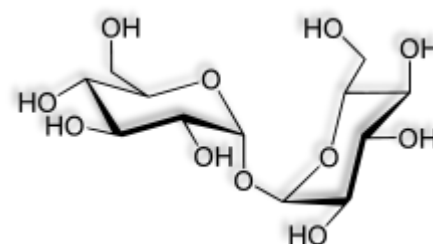


Figura 3: Fórmula de la Trehalosa.

APORTE DEL CONOCIMIENTO DE LAS CIANOBACTERIAS EXTREMÓFILAS A LA EXPLORACIÓN ESPACIAL:

En las misiones EXPOSE R realizado por la ESA (**Figura 4**), se han colocado cianobacterias en la Estación Espacial Internacional, cuyos objetivos fueron: el estudio de los procesos fotobiológicos y fotobioquímicos en un clima simulado de planetas y el estudio de las probabilidades y limitaciones para que la vida sea distribuida en otros cuerpos de nuestro Sistema Solar.

Chroococcidiopsis sp. y *Gloeocapsa-like cyanobacterium*, las cianobacterias estudiadas que fueron puestas en órbita, sobrevivieron 10 días en LEO, pero sólo se hizo posible su recuperación por medio de cultivo en condiciones de Tierra, para aquellas que estuvieron sometidas a las condiciones del espacio con filtros de radiación mas no para aquellas que estuvieron sometidas completamente a la radiación ultravioleta. Por otro lado, *Chroococcidiopsis* sp. demostró no soportar un viaje interplanetario usando sólo como protección a una roca. Este experimento se hizo para demostrar la teoría de la (litho)-Panspermia, con los resultados se sugirió que los microorganismos endolíticos no fotosintéticos, es decir, que no necesiten de la luz, puedan sobrevivir a este proceso siempre y cuando estén sometidos a mayor profundidad de las rocas. Se sabe que la próxima generación de investigadores, ya sea en satélites, ISS o en la Luna, debería incluir el monitoreo in situ en tiempo real de fenómenos biológicos y químicos, y mediciones activas de su cinética en respuesta a la exposición a condiciones espaciales seleccionadas.

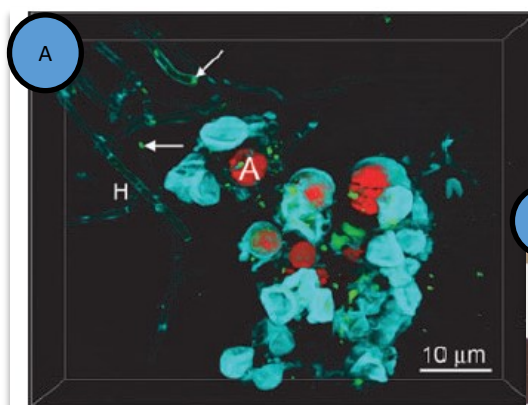
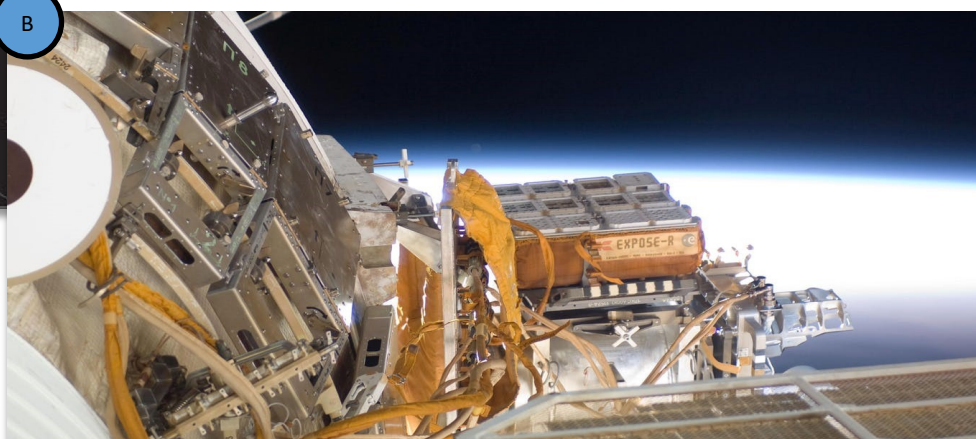


Figura 4. A) Comunidades microbiana endolíticas en yeso del desierto de Atacama. Imágenes obtenidas con técnicas SIM. Dr. Wierzchos. B) Módulo de la misión EXPOSE R.



CONCLUSIÓN:

El Desierto de Atacama que se extiende de Chile a Perú, ha revelado distintos oasis microbianos, que incluyen rocas de cuarzo y halitas, a los cuales se les consideran como nichos que hacen posible la colonización de cianobacterias en un ambiente hiperárido. Con este artículo de difusión impulsamos a la comunidad científica microbióloga a investigar cuáles son las taxas involucradas en cada nicho y cuáles son los mecanismos de regulación metabólica y genética que tienen. Además, debido a que los ambientes hiperárido de Atacama son similares a los de Marte, es necesario también estudiar los biomarcadores de esas cianobacterias y las técnicas espaciales *in situ* adecuadas para conocer los posible nichos a los que son capaces de sobrevivir.

REFERENCIAS :

1. Billi, D., Friedmann, E. I., Hofer, K. G., Caiola, M. G., & Ocampo-Friedmann, R. (2000). Ionizing-radiation resistance in the desiccation-tolerant cyanobacterium *Chroococcidiopsis*. *Applied and Environmental Microbiology*, 66(4), 1489-1492.
2. Billi, D., & Potts, M. (2002). Life and death of dried prokaryotes. *Research in microbiology*, 153(1), 7-12.
3. Bull, A. T., & Asenjo, J. A. (2013). Microbiology of hyper-arid environments: recent insights from the Atacama Desert, Chile. *Antonie Van Leeuwenhoek*, 103(6), 1173-1179.
4. Davila, A. F., Gómez-Silva, B., de Los Rios, A., Ascaso, C., Olivares, H., McKay, C. P., & Wierzchos, J. (2008). Facilitation of endolithic microbial survival in the hyperarid core of the Atacama Desert by mineral deliquescence. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, 113(G1).
5. Gómez-Silva, B., Rainey, F. A., Warren-Rhodes, K. A., McKay, C. P., & Navarro-González, R. (2008). Atacama Desert soil microbiology. In *Microbiology of extreme soils* (pp. 117-132). Springer, Berlin, Heidelberg.
6. Navarro-González, R., Rainey, F. A., Molina, P., Bagaley, D. R., Hollen, B. J., de la Rosa, J., ... & Gomez-Silva, B. (2003). Mars-like soils in the Atacama Desert, Chile, and the dry limit of microbial life. *Science*, 302(5647), 1018-1021.
7. Stivaletta, N., Barbieri, R., & Billi, D. (2012). Microbial colonization of the salt deposits in the driest place of the Atacama Desert (Chile). *Origins of Life and Evolution of Biospheres*, 42(2-3), 187-200.
8. Wierzchos, J., Ascaso, C., & McKay, C. P. (2006). Endolithic cyanobacteria in halite rocks from the hyperarid core of the Atacama Desert. *Astrobiology*, 6(3), 415-422.

EXTREMÓFILOS HALÓFILOS EN PAMPAS DE LA JOYA

Extremófilos Halófilos

Existen microorganismos que viven en condiciones que para la mayoría de los seres vivos podrían considerarse inhabitables, estos reciben el nombre de extremófilos. De acuerdo al hábitad donde se desarrollan se clasifican: hipertermófilos para temperaturas atípicas, xerófilos para los que reúnen concentraciones de agua casi nulas, barófilos para altas presiones, halófilos para los que se desarrollan normalmente en altas concentraciones salinas, etc. Los halófilos son un amplio grupo de organismos (procariotas y eucariotas), que requieren de una alta concentración de sales para su crecimiento y han desarrollado diferentes estrategias para vivir en este tipo de ambientes. (**Figura 1**) (Maturrano-Hernandez, 2004) Kushner, 1985 clasificó a los halófilos en los siguientes grupos considerando la concentración óptima de NaCl para su crecimiento (Kushner, 1978) :

- a) No halófilos, que crecen de manera óptima en medios con menos de 1 % de NaCl.
- b) Halófilos débiles, que presentan crecimiento óptimo en medios con 1-3 % de NaCl.
- c) Halófilos moderados, que presentan crecimiento óptimo en medios de 3-15% de NaCl
- d) Halófilos extremos, que muestran un crecimiento óptimo en medios que contienen más de 15% de NaCl.

Los microorganismos halófilos durante su evolución han desarrollado mecanismos de osmoadaptación para compensar la alta presión osmótica del medio. Una estrategia para mantener el equilibrio osmótico consiste en la acumulación intracelular de altas concentraciones de iones inorgánicos como K^+ , Na^+ o Cl^- (da Costa et al., 1998). Esta estrategia requiere amplias adaptaciones de la maquinaria enzimática intracelular que ha de ser funcional en presencia de altas concentraciones iónicas. Otra estrategia en una amplia variedad de microorganismos implica la acumulación de solutos osmóticos orgánicos o solutos compatibles (Galinski, 1995). Este mecanismo no implica la adaptación de las proteínas celulares a un entorno altamente salino, permitiendo a la célula una rápida adaptación frente a un ambiente cambiante.

Sobre los microorganismos extremófilos existen pocos estudios en nuestro país aunque cabe destacar trabajos como “Caracterización de la microbiota de salinas de Maras, un ambiente hipersalino de Perú” por el Dr. Abelardo Lenin Maturrano Hernandez (Maturrano-Hernandez, 2004) y “Bacterias halófilas moderadas productoras de hidrolasas de interés biotecnológico” por Mónica L. Flores y col. (Flores et al, 2010). Específicamente en el desierto hiperárido de Pampas de La Joya aún no se ha determinado su existencia pero se estima que podrían habitar dicho ecosistema debido a las diversas características climatológicas que presenta.

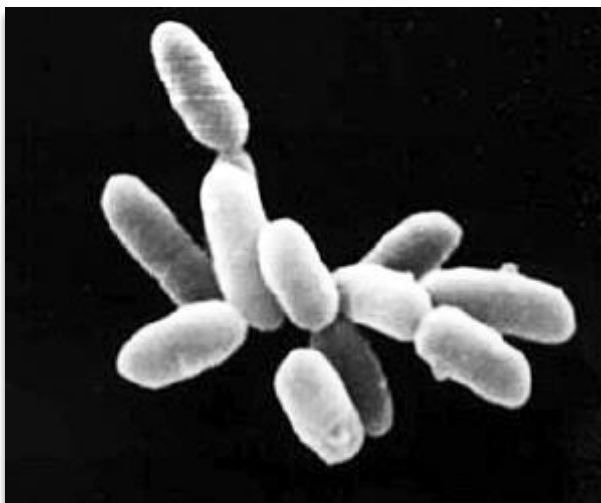


Figura 1. Imagen de halobacterium (Fuente: Wikipedia)

Escrito por:

Leonardo Soto Chumpitaz
1,2,

1. Sociedad Científica de Astrobiología del Perú
2. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

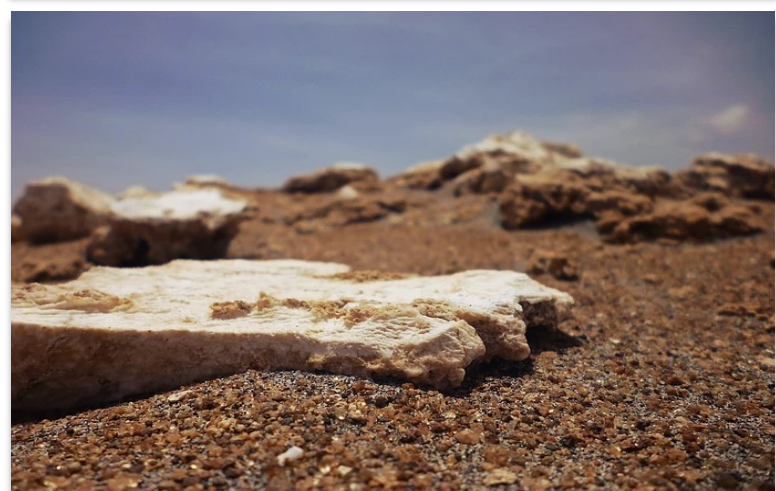
Pampas de La Joya

Pampas de la Joya es un lugar ubicado en el departamento de Arequipa provincia Arequipa distrito La Joya, Perú (**Figura 2**). Dicha región presenta condiciones extremas de humedad relativa menor al 30%, bajas y altas temperaturas (10 a 35°C), luz solar media anual de 508 W/m² con máximos cercanos a 1060 W/m² (Valdivia-Silva et al., 2011).

Evaporitas en Pampas de La Joya

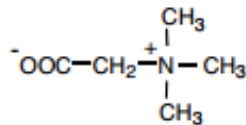
En Pampas de La Joya existen sistemas que podrían funcionar como microhábitats para microorganismos halófilos, por ejemplo, el interior de rocas evaporitas que se forman en climas relativamente áridos donde la evaporación excede el rango de la precipitación, las temperaturas, la fuerza del viento sobre cuencas someras o marismas que producen las condiciones de aridez suficientes para la formación de depósitos evaporíticos (**Figura 3**) (Guerrero, 2000). La evaporación de la solución (agua de mar) produce el siguiente orden de precipitación de minerales: calcita, (calcita + yeso), yeso (yeso+halita), halita (halita + sales de potasio). Esta secuencia de cristalización fue propuesta por el químico Italiano Usiglio (1849) (**Figura 4**). Los parámetros fisicoquímicos más importantes en la formación de evaporitas son la temperatura y la composición de la solución salina parental. Existen otros parámetros tales como el pH y el potencial de oxidación (Eh), pero estos sólo tienen importancia en elementos trazas. Las rocas evaporitas son clasificadas basándose en su composición mineralógica y por lo tanto, química. En esta forma, las rocas evaporitas pueden estar divididas en cuatro grandes grupos principales que son: carbonatos, sulfatos, cloruros y bromuros. Todos estos parámetros y datos nos dan una visión general y específica sobre estas sales y la posibilidad de que puedan albergar microorganismos extremófilos halófilos.

En el caso de halófilos extremos, estos tienen un requerimiento específico de sal y generalmente se asume que esta sal es el cloruro de sodio (NaCl). Los halófilos extremos no podrían crecer en medios con una concentración de NaCl menor a 1.0 M. Por otro lado, los halófilos moderados o halotolerantes no tienen un requerimiento específico por una alta concentración de NaCl, y pueden crecer en medios con moderadas o altas concentraciones salinas (Oren, 2008).

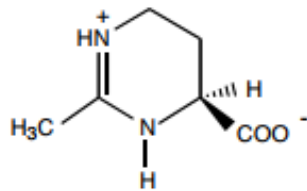


Figuras 2, 3 y 4. Imagen superior: Rocas de cuarzo, imagen central: líquenes endolíticos e imagen inferior: rocas de sales en el desierto de La Joya

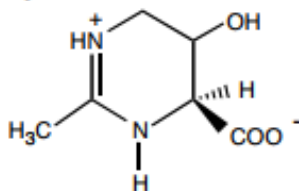
betaine



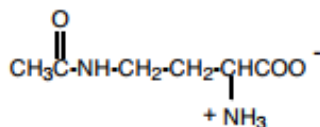
ectoine



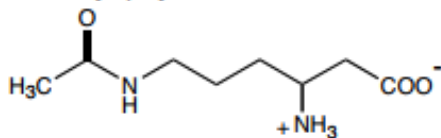
hydroxyectoine



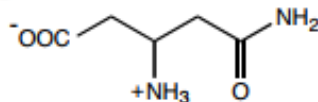
Nγ-acetyldiaminobutyrate



Nε-acetyl-β-lysine



β-glutamine



Aplicaciones biotecnológicas

Solutos compatibles

Los solutos compatibles son compuestos orgánicos de bajo peso molecular que utilizan algunos organismos halófilos para contrarrestar la presión osmótica que encuentran en medios enriquecidos con sales. Puede tratarse de moléculas como azúcares, alcoholes, aminoácidos o derivados de estos (**Figura 5**).

La identificación de los solutos compatibles en organismos halófilos repercute en distintas áreas como la industria de los alimentos, la biorremediación de ecosistemas (contaminación de aguas marinas con petróleo), la ecología de esos microorganismos y el estudio de ambientes planetarios que pudieran presentar condiciones de salinidad semejantes a los entornos naturales salinos terrestres (Oren, 2008; Rothschild & Mancinelli, 2001).

Los métodos químicos de aislamiento e identificación de estos componentes son abundantes, la caracterización se realiza principalmente por RMN que es una herramienta analítica no destructiva que proporciona mayor información estructural y en un tiempo asequible (Garro-Linck, 2011). Según estudios recientes (Valdivia-Silva et al., 2011) revelan que Pampas de La Joya presenta características similares a las encontradas en suelos marcianos. Por ende, el estudio de la biodiversidad de la microbiota y la climatología que presenta nos puede revelar posibles mecanismos que permitan la comprensión de la vida en otros planetas como Marte (**Figura 6**) (Davila et al., 2010; Osterloo et al., 2008).

Figura 5. Ejemplos de solutos compatibles en halófilos

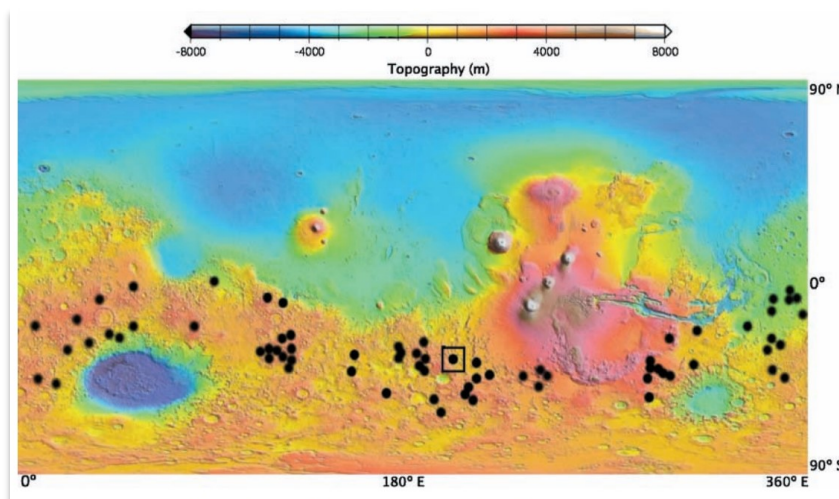


Figura 6. El mapa del Mars Orbiter Laser Altimeter (MOLA) muestra la distribución de los materiales con una característica espectral distinta en Marte, indicando la presencia de depósitos portadores de cloruro (Osterloo et al., 2008).

REFERENCIAS:

1. da Costa, M. S., Santos, H., Galinski, E. A., and Antranikian, G. (1998). An overview of the role and diversity of compatible solutes in Bacteria and Archaea, *Advances in Biochemical Engineering Biotechnology; Biotechnology of extremophiles*, 117-153.
2. Davila, A. F., Duport, L. G., Melchiorri, R., Jänchen, J., Valea, S., de los Rios, A., ... & Wierzbos, J. (2010). Hygroscopic salts and the potential for life on Mars. *Astrobiology*, 10(6), 617-628.
3. Galinski, E. A. (1995). Osmoadaptation in Bacteria. *Advances in Microbial Physiology*, 37, 273.
4. Garro-Linck, Y. (2011). Caracterización por Resonancia Magnética Nuclear de nuevos compuestos farmacéuticos sólidos.
5. Guerrero, J. H. (2000) Génesis, depositación, clasificación y distribución de evaporitas en la región mixteca oaxaqueña. *Temas de Ciencia y tecnología*, 11, 36-44.
6. Flores, M. L., Zavaleta, A. I., Zambrano, Y., Cervantes, L., & Izaguirre, V. (2010). Bacterias halófilas moderadas productoras de hidrolasas de interés biotecnológico. *Ciencia e Investigación*, 13(1), 42-46.
7. Kushner, D. J. (1978). Life in high salt and solute concentrations: halophilic bacteria. *Microbial life in extreme environments*, 318-346.
8. Maturrano-Hernandez, A. L. (2004). Caracterización de la microbiota de las salinas de Maras, un ambiente hipersalino de los Andes de Perú (Doctoral dissertation, Universitat d'Alacant-Universidad de Alicante).
9. Oren, A. (2008). Microbial life at high salt concentrations: phylogenetic and metabolic diversity. *Saline systems*, 4(1), 2.
10. Osterloo, M.M., Hamilton, V.E., Bandfield, J.L., Glotch, J.L., Baldrige, A.M., Christensen, P.R., Tornabene, L.L., and Anderson, F.S. (2008) Chloride-bearing materials in the southern highlands of Mars. *Science* 319:1651–1654.
11. Rothschild, L. J., & Mancinelli, R. L. (2001). Life in extreme environments. *Nature*, 409 (6823), 1092.
12. Valdivia-Silva, J. E., Navarro-González, R., Ortega-Gutierrez, F., Fletcher, L. E., Perez-Montaña, S., Condori-Apaza, R., & McKay, C. P. (2011). Multidisciplinary approach of the hyperarid desert of Pampas de La Joya in southern Peru as a new Mars-like soil analog. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 75(7), 1975-1991.

FORO DE ASTROBIOLOGÍA “PROYECCIÓN DE LA ASTROBIOLOGÍA EN EL PERÚ: PAMPAS DE LA JOYA”

La astrobiología es una disciplina científica que ha venido desarrollándose en el Perú desde hace ya varios años por científicos de manera independiente, algunos vinculados con NASA y otros con otras entidades en diferentes partes del mundo, así como por grupos estudiantiles dentro del país. Con el objetivo común de desarrollar esta disciplina científica dentro de nuestro país, estos científicos y grupos de estudiantes se encuentran buscando la unión que permita el reconocimiento necesario para un mejor desarrollo; y como parte de este proceso destaca el proceso para lograr el reconocimiento como zona intangible del desierto Pampas de La Joya en Arequipa, Perú; el cual es un análogo marciano con características geomorfológicas muy similares a las de la superficie del planeta Marte.

El Foro de Astrobiología, realizado el día 31 de Octubre del 2015 en la Universidad Nacional de Ingeniería se desarrolló bajo dos objetivos: una primera mesa en la que se habló de la astrobiología en general y sus avances en el Perú, y la segunda, enfocada en el estudio del desierto Pampas de La Joya y programas internacionales en análogos marcianos similares que han servido de ejemplo para los proyectos que se realizarán allí.



Figura 1. Mesa de diálogo del Foro de Astrobiología.

Reseña escrita y editada por:

**Roberto Adolfo Ubidia
Incio (1,2)**

**Miembro de la Sociedad Científica
de Astrobiología del Perú**

- (1) **Universidad Nacional Federico Villarreal.**
- (2) **Universidad de Ingeniería y Tecnología.**

La primera mesa (**Figura 1**), “La Astrobiología y sus perspectivas de Desarrollo en el Perú” fue iniciada por el filósofo Octavio Chon quien nos dio un alcance filosófico sobre el contexto de la astrobiología en el mundo científico y en la sociedad, resaltando la importancia de la colaboración entre diferentes áreas científicas, y analizando como la evolución de las condiciones socio-culturales actuales han favorecido la explosión científica que ha tenido lugar en los últimos años. El rol de la mentalidad de la sociedad en el desarrollo científico juega un rol clave pues dependerá de la sociedad que se permita su desarrollo o que se retrase. Finalmente Chon hace mención de la mentalidad positivista y el potencial de la astrobiología como factor de cambio al abarcar temas que van más allá de la ciencia como la ética implicada en la conquista del planeta Marte.

Figura 2. Ponencia del Dr. David Lavan en el Foro de Astrobiología.

Julio Valdivia Silva, prosiguió dando el punto de vista científico de la astrobiología, explicando la importancia de integrar el conocimiento de varias ramas científicas para entender la vida como la conocemos. Nos dio un alcance general de los requisitos para el surgimiento de la vida como la presencia de agua líquida, de moléculas orgánicas y de una fuente de energía, y haciendo énfasis en como el tiempo actúa como un factor importante para que los anteriores puedan interactuar y formar lo que conocemos como vida. Valdivia Silva habla también del rol de la multidisciplinariedad para poder contestar a las tres preguntas que se hace la astrobiología y para el desarrollo de sus siete metas enumeradas en la Hoja de Ruta de la Astrobiología (Des Marais et al., 2008) publicada en el 2008. Entre estas metas, resalta los aportes del telescopio espacial Kepler para la detección de planetas y las diferentes misiones a Marte que han aportado al estudio de la presencia de agua líquida en Marte, los factores favorables y desfavorables para la búsqueda de vida en los lugares que podrían albergar vida en el sistema solar: Marte, Titán, Europa y Encelado, y la importancia de aprender como

poder identificar señales de vida y factores especiales que podrían favorecer sus condiciones hacia la habitabilidad, lo cual será un importante campo de estudio con las futuras misiones que serán enviadas a estos mundos. En la tercera y cuarta meta, nos habla nuevamente de la integración de diferentes áreas que puedan generar un conocimiento unificado para el estudio del origen y evolución de la vida de manera ligada a la historia de la Tierra, incluyendo sus procesos geológicos y atmosféricos, y a la historia del Sistema Solar incluyendo modelos que expliquen cómo se pudo mantener la temperatura en el planeta con un sol joven cuya luminosidad no era aún como la de nuestros días, y también estudios del efecto de fenómenos externos a la Tierra como el “fuerte bombardeo tardío”, entre otros. Finalmente, habla un poco sobre los esfuerzos que se vienen realizando en Perú por aportar al conocimiento, los efectos de la microgravedad en sistemas vivos con ayuda de la máquina de microgravedad, diseñada por investigadores peruanos, que actualmente se encuentra en INICTEL - UNI.

David Laván (**Figura 2 y 3**) nos habló de estos trabajos en microgravedad con más detalle. Nos mostró parte del trabajo previo realizado durante sus estudios de doctorado en España en *Drosophila melanogaster*, tanto en microgravedad real a bordo del ISS como simulada en un laboratorio en Tierra (Quiroz, 2012; Herranz et al, 2007) . Luego habló del trabajo que ha venido realizando en Perú, y de las perspectivas a futuro de esta línea de investigación. Resaltó, al igual que los anteriores ponentes, la importancia de conectar diferentes disciplinas científicas, en su caso la física y la biología molecular, para lograr una mejor comprensión de los procesos estudiados por la astrobiología. Luego adentrándose un poco más en sus hallazgos, nos habló de la importancia del rol de las regiones promotoras de los genes y de los factores de transcripción que se unen a ellas pues podrían ser la clave en la regulación de esos genes al ser expuestos a la microgravedad funcionando como genes sensores. Finalmente nos mostró algunos de los proyectos que se encuentra preparando actualmente con el equipo del laboratorio de microgravedad de INICTEL-UNI, y resaltó el importante apoyo que se da actualmente a la ciencia por el FYNCIT.



Figura 3. El Dr. David Lavan realizando uno de sus experimentos.

La segunda mesa "Las Pampas de la Joya, una joya astrobiológica en el Perú" se inició con la exposición del proyecto "Mars PJ" a cargo del Dr. Julio Valdivia Silva que se viene realizando en el desierto Pampas de La Joya (**Figura 4 y 5**) con la finalidad de convertirlo en una zona intangible donde se pueda realizar investigación relacionada con el estudio del planeta Marte. Inició hablándonos de los estudios que se han venido realizando en Marte junto a una breve historia del estudio de la habitabilidad marciana abarcando los procesos por los que habría perdido su atmósfera y su posterior deshidratación de la cual aún se investigan las causas. Habló de los modelos propuestos y de los tres experimentos realizados por los "Viking" para buscar 1) Evidencia de fotosíntesis, 2) Evidencia de metabolismo de nutrientes y 3) Evidencia e producción de CO₂ por consumo de nutrientes en líquido, los cuales lamentablemente salieron mal generando una pérdida de interés en Marte hasta 20 años después cuando el orbitador Mars Express pudo observar lo que parecía ser agua en la superficie marciana y que los rover enviados posteriormente encontraran minerales como hematita y jarosita que en la Tierra se forman en presencia de agua. Luego nos habló del famoso meteorito de Allan Hills AH84001 (Valdivia-Silva et al., 2011), de cómo su huella isotópica, es decir, su composición de isótopos, similar a la observada por las misiones en Marte, permitió identificar la procedencia del meteorito y de los organismos extremófilos y su importancia en el modelamiento o hipotetización de la posible vida en Marte. Esto nos lleva a los ambientes en que muchos

de estos viven, los ambientes análogos a Marte, lugares en la Tierra con características similares a las encontradas en Marte, como Yungay en el desierto hiper-árido de Atacama, Chile, y el desierto Pampas de La Joya en Arequipa, Perú; nos habló del proceso comparativo por el cual pasó el desierto Pampas de la Joya, a través de varios estudios de sus condiciones ambientales y geológicas (Valdivia-Silva et al., 2011 ; Valdivia-Silva et al., 2012) , del impacto de la elevación de este desierto el cual evita el paso de nubes que en algunas zonas se observan como ríos de niebla, del estudio de los componentes volcánicos y metamórficos de sus suelos, y de la química del carbono de estos tras lo cual se determinó que es el lugar, en La Tierra, con menor concentración de materia orgánica; y su fuerte actividad oxidante con curvas similares a las encontradas por los Viking en Marte. También nos habló de las interesantes bacterias que se han hallado, capaces de vivir en esos suelos que no solo son importantes en el estudio de Marte, sino también en el de los límites y evolución de la vida, entre estos, cianobacterias que viven en cuarzos que los protegen de la temperatura y radiación. Finalmente presentó el proyecto de la base de simulación que se pretende construir en el desierto de La Joya usando como base vehículos bicónicos curvados, proyecto que se viene realizando con apoyo de CONCYTEC, el gobierno regional de Arequipa y las Fuerzas Armadas.

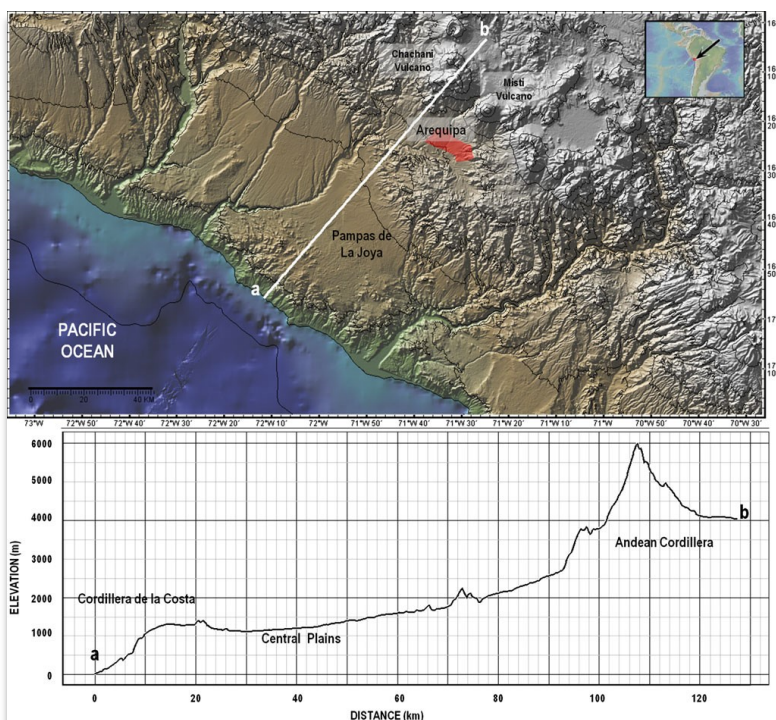


Figura 4, 5. Pampas de La Joya, Ubicación y esquema de levantamiento que da forma al desierto y superficie del terreno.

Mónica abarca nos habló del proyecto “Team Peru”, un esfuerzo de The Mars Society- Perú Chapter por llevar a estudiantes peruanos a la base de investigación desértica marciana “MDRS” en el desierto de Utah, Estados Unidos, que es también un análogo marciano. Nos habló de la historia de este proyecto iniciado por un peruano que trabaja en la rama aeroespacial de Boeing, Alejandro Díaz, que se ha venido realizando desde el 2013 donde ya varios jóvenes peruanos han podido realizar proyectos de investigación cortos. Esta base en Utah guarda importancia por ser un modelo de lo que se planea realizar en el desierto de La Joya.

Terminando este encuentro, Lenin Maturrano nos dio una charla enfocada solamente en los organismos extremófilos, resaltando como el entorno en que estos organismos viven interactúa con ellos para guiar su evolución de manera que estos se adapten a las condiciones de estos entornos; y como se pueden dar adaptaciones “alternas” en algunos organismos cuando la fuente común de algún factor importante no se encuentra disponible, como ocurre por ejemplo con organismos que poseen diferentes tipos de fotosíntesis que no utilizan la luz del sol como fuente de energía. También nos habló de estrategias ante condiciones que se tornan demasiado desfavorables, en cuyo caso el organismo entra en un estado de latencia con una actividad metabólica mínima como se da en algunos acidófilos en Río Tinto. Finalmente resaltó como la mayoría de la biomasa terrestre corresponde a organismos que podemos considerar extremófilos, pues viven en condiciones hostiles en los fondos marinos y en el subsuelo.

Tras este encuentro se espera que aumenten los esfuerzos e interés por el desarrollo de la astrobiología en el Perú, ya que no solo es una disciplina científica muy interesante sino también porque nuestro país nos ofrece un análogo marciano el cual se debe aprovechar y proteger por la ciencia ya que resultará ser una herramienta invaluable para estudios sobre la evolución y límites de la vida, y que podrá atraer científicos de todo el mundo interesados en apoyar su investigación trayendo recursos y conocimiento invaluable.

REFERENCIAS

1. Des Marais, D. J., Allamandola, L. J., Benner, S. A., Boss, A. P., Deamer, D., Falkowski, P. G., ... & Liskowsky, D. R. (2003). The NASA astrobiology roadmap. *Astrobiology*, 3(2), 219-235.
2. Herranz, R., Laván, D. A., Benguría, A., Duque, P., Leandro, L. J., Gasset, G., ... & Marco, R. (2007). The “Gene” Experiment in the Spanish Soyuz Mission to the ISS. Effects of the cold transportation step. *Microgravity science and technology*, 19(5-6), 196-200.
3. Quiroz, D. A. L. (2012). Análisis de la expresión génica en pupas de *Drosophila Melonogaster* expuestas a microgravedad (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma de Madrid).
4. Valdivia-Silva, J. E., Navarro-González, R., Ortega-Gutierrez, F., Fletcher, L. E., Perez-Montañón, S., Condori-Apaza, R., & McKay, C. P. (2011). Multidisciplinary approach of the hyperarid desert of Pampas de La Joya in southern Peru as a new Mars-like soil analog. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 75(7), 1975-1991.
5. Valdivia-Silva, J. E., Navarro-González, R., Fletcher, L., Pérez-Montañón, S., Condori-Apaza, R., Ortega-Gutiérrez, F., & McKay, C. (2012). Climatological characteristics in the extreme hyper-arid region of Pampas de La Joya, Peru. *Astrobiological approach in four years of observation: 2004–2008*. *International Journal of Astrobiology*, 11(1), 25-35.

SCAP ABRE PASO A LAS FILIALES

SCAP AREQUIPA.

La Sociedad Científica de Astrobiología en el Perú, recientemente ha iniciado sus actividades en Arequipa. Tal vez algunos de nuestros lectores y adscritos lo verán como una secuencia natural, ya que en Arequipa se encuentra el desierto de Pampas de La Joya, la cual es considerada por muchos de los científicos que se dedican al estudio y búsqueda de análogos a Marte como una “joya astrobiológica”. Sin embargo, no existen secuencias naturales, sino más bien, un trabajo coordinado y de entrega personal.

La filial Arequipa está conformada, en gran mayoría, por estudiantes de diferentes universidades de la ciudad. EL objetivo que tiene SCAP en la ciudad de Arequipa es mostrar a la comunidad que tenemos entre nosotros una “joya astrobiológica”, que es el desierto de Pampas de La Joya, la cual debe ser preservada y cuidada para que las futuras generaciones puedan estudiar este lugar que permite viajar en el tiempo y ver como era Marte billones de años atrás. Debemos mencionar también que, el proyecto de enviar papas a Marte utiliza muestras de suelo del desierto. Además de dar a conocer los estudios que ya se tienen sobre el desierto de Pampas de La Joya, se pretende realizar estudios sobre la comunidad microbológica, los cambios geomorfológicos, entre otros.

SCAP TRUJILLO

SCAP Trujillo nace con la II Capacitación Anual de Astrobiología, liderado por Aisa Olazo, Bióloga egresada de la Universidad Nacional de Trujillo y con el apoyo del Grupo de Astronomía ATA. En Trujillo se han realizado dos capacitaciones de astrobiología de manera remota, incluyendo a más de 10 estudiantes en la última capacitación.



Figura 1. Filial SCAP Trujillo



Figura 1. Filial SCAP Arequipa

LA TRAVESÍA DE LAS PAPAS PERUANAS HACIA MARTE

Al sur de Perú, en el desierto de Atacama se encuentra un sector denominado Pampas de La Joya, un desierto que a lo lejos tiene una notable coloración rojiza, cuyo suelo es extremadamente seco y pobre de materia orgánica. Organismos macroscópicos evitan ambientes como estos para establecerse, pero la Administración Nacional de la Aeronáutica y el Espacio (NASA, por sus siglas en inglés) tiene su atención puesta sobre este desolado lugar (Valdivia-Silva, 2011).

Pampas de La Joya, es uno de los puntos más secos de La Tierra, característica que es consecuencia de la cordillera de Los Andes y la corriente de Humboldt; por su similitud con la superficie del planeta rojo, este desierto es uno de los análogos de Marte en la Tierra, categoría que comparte con otros lugares como los Valles Secos de la Antártida.

Casi media tonelada de su cobrizo suelo ha viajado durante dos días desde Arequipa hasta Lima para ser parte importante de un proyecto que reúne a investigadores de Nasa Ames y del CIP (Centro Internacional de la Papa). *Potatoes on Mars* (**Figura 1**), es el nombre de este innovador proyecto que escapa de la ciencia ficción para convertirse en una realidad inmediata (Ramírez et al., 2017).

Escrito por:

Aisa Olazo ^{1,2},

1. Sociedad Científica de Astrobiología del Perú
2. Universidad Nacional de Trujillo.



Figura 1. Logotipo del proyecto “Potatoes on Mars”

Este suelo es el medio para determinar si variedades de papa son capaces de crecer en condiciones marcianas: en suelo seco y sin materia orgánica, expuesto a dosis altas de radiación ultravioleta capaz de penetrar hasta tres metros debajo de la superficie y una atmósfera cuyo mayor componente es dióxido de carbono.

Para ello, los integrantes de un equipo multidisciplinario liderado por el virólogo Jan Kreuze, han seleccionado 100 variedades de papa, de las cuales 40 son variedades nativas de Los Andes, adaptadas a condiciones hostiles para su crecimiento, como bajas temperaturas y terrenos rocosos y áridos; las otras 60 variedades son algunas de las modificadas genéticamente para sobrevivir en ambientes con poca disponibilidad de agua y sales minerales. Es importante mencionar que, el CIP posee el banco de germoplasma de papa más grande del mundo, y éste reúne a más de 4500 variedades de las seis especies del género *Solanum* identificadas en Perú.



Figura 2. Cultivos de papa en los Andes del Perú

En la primera etapa de este ambicioso proyecto, las pruebas apuntaron a determinar si las semillas de papa podían germinar en un suelo como el de Marte. Para Junio, las semillas sembradas en un suelo con las condiciones terrestres, como testigo, ya habían logrado germinar; sin embargo, las semillas de papa sembradas en “suelo marciano”, que en contacto con agua se vuelve duro como el cemento, no germinaron (**Figura 2**). Pero este resultado no desanima a los investigadores, “son pruebas y errores” manifestó Krauze en una entrevista para la CBS (“Inside U.S. scientists' groundbreaking test to grow potatoes on Mars”, 2018). En los siguientes experimentos, el nuevo lote de semillas será sembrado en tierra más suelta, que les permita respirar durante su germinación y serán de variedades con mayor resistencia a salinidad.



Figura 3. Dr. Julio Valdivia Silva, presidente de SCAP, sosteniendo dos variedades de papa.

El astrobiólogo peruano asociado a la NASA, Dr. Julio Valdivia (**Figura 3**), declaró el optimismo del equipo investigador: “estamos cien por ciento seguros que las variedades seleccionadas pasarán las pruebas”, dijo. Valdivia espera que los diseños de un domo, un invernadero, salten de los planos a la superficie Marciana, en dónde crezcan plantas de papa, sembradas por robots antes de que astronautas aterricen en Marte, probablemente en el 2025. Tal y como en la película del 2015, dirigida por Riddley Scott, *The Martian*, lograr sembrar y sobre todo reproducir papas en grandes cantidades sería un acierto invaluable para la alimentación de los astronautas, ya que mandar alimentos al espacio es muy caro, “un kilogramo, cuesta alrededor de 10,000 dólares”, explicó el Dr. Valdivia.

Tal vez uno de los más importantes objetivos de este desafiante proyecto, es su repercusión en la seguridad alimentaria mundial. La adaptación de especies como la papa, de consumo básico y generalizado, a ambientes con condiciones desfavorables ayudaría a reducir la pobreza y desnutrición. Esta generación se enfrenta a un fenómeno climático mordaz, acelerado desde hace muchos años por la actividad humana, a lo que hay que agregar el exponencial crecimiento poblacional; por lo que los avances de la ingeniería genética y el mejoramiento vegetal son un acierto para aumentar la producción en el cada vez más reducido espacio rural, bajo condiciones climáticas inestables. Es así que, probablemente lo que nos permita la exploración de nuevos mundos nos acerque también a la conservación de éste, por lo tanto, cualquiera que sea el desafío y el tamaño de éste, valdrá la pena intentarlo: “es un gran desafío, pero no es imposible... y es con esos desafíos con los que se consiguen grandes cosas” concluyó Kreuze.

Figura 4. El CIP alberga una gran número de variedades de papas de nuestro país.



Figura 5. Plantulas del Centro Internacional de la Papa (CIP) en una cámara de simulación marciana llamado Cubesat.

Las plantas bajo experimentación tienen como estresor principal a la salinidad del suelo. Es así, que teniendo en cuenta ello se debe trabajar para una futura colonización marciana con plantas, un

manejo y una gestión adecuada que combine métodos de siembra, niveles de gases atmosféricos, y otros como temperatura y radiación. Según los últimos resultados del grupo de investigación a cargo, es necesario más estudios relacionados a los tratamientos para la reducción de la salinidad del suelo y la toma de nutrientes de la papa en ambientes análogos a Marte (Ramírez et al., 2017).

REFERENCIAS

1. Valdivia-Silva, J. E., Navarro-González, R., Ortega-Gutierrez, F., Fletcher, L. E., Perez-Montañó, S., Condori-Apaza, R., & McKay, C. P. (2011). Multidisciplinary approach of the hyperarid desert of Pampas de La Joya in southern Peru as a new Mars-like soil analog. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 75(7), 1975-1991.
2. Ramírez, D. A., Kreuze, J., Amoros, W., Valdivia-Silva, J. E., Ranck, J., Garcia, S., ... & Yactayo, W. (2017). Extreme salinity as a challenge to grow potatoes under Mars-like soil conditions: targeting promising genotypes. *International Journal of Astrobiology*, 1-7.
3. Inside U.S. scientists' groundbreaking test to grow potatoes on Mars. (2018). *Cbsnews.com*. Retrieved 24 March 2018, from <https://www.cbsnews.com/news/us-scientists-ground-breaking-test-to-grow-potatoes-on-mars/>

ASTROBIOLOGÍA EN LATINOAMÉRICA

La astrobiología en Latinoamérica representa el esfuerzo de pocos grupos de investigación y de algunos países de la región. Sus representantes asistieron a la Primera Semana Peruana del Espacio que se realizó en Lima y en Arequipa en el 2016.

La Primera Semana Peruana del Espacio tuvo como anfitriones a la Pontificia Universidad Católica del Perú, a la Space Generation Advisory Council, a la Mars Society Peru, a la Universidad Católica Santa María y a la Sociedad Científica de Astrobiología del Perú, que recibieron a más de 30 expositores magistrales que iniciarían sus ponencias con el South American Space Generation Workshop, luego con el I Congreso Latinoamericano de Astrobiología y finalmente con el Foro de Geobiología.

El **South American Space Generation Workshop (SA-SGW)** fue un taller de dos días para estudiantes universitarios y jóvenes profesionales. Durante el evento, los delegados tuvieron la oportunidad de interactuar con profesionales y académicos espaciales de alto nivel que ofrecen una plataforma ideal para que los líderes espaciales de próxima generación expresen sus opiniones, intercambien ideas o temas y redes pertinentes.

El **Primer Congreso Latinoamericano de Astrobiología** o I-CLA, está organizado por la comunidad de astrobiología en la región. La conferencia reunió a científicos de América Latina que trabajan en el campo transdisciplinario de la astrobiología: el estudio del origen, la evolución, la distribución y el futuro de la vida en el universo. I-CLA proporcionó un foro para compartir nuevos descubrimientos, datos e ideas, mostrar avances de esfuerzos de colaboración e iniciar nuevos, para proponer nuevos proyectos y educar a la próxima generación de astrobiólogos.

El Primer Foro Internacional de Geobiología, tuvo el objetivo de incentivar el interés en los profesionales y estudiantes sobre temas relacionados a la geobiología que reúne a los campos de las ciencias de La Tierra y la biología y con la finalidad de evaluar la habitabilidad de los organismos vivos desde su origen, evolución e interacción con el ambiente en el desierto de la Joya, que es un ambiente análogo al planeta Marte.



Imagen 1: Registro de participantes a la 1st Peruvian Space Week

Buzz Aldrin en el South American Space Generation Workshop

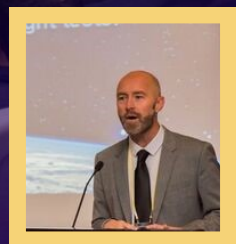
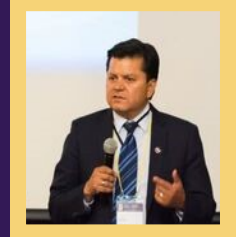
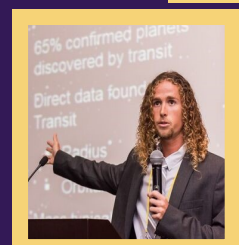


Durante el South American Space Generation Workshop se realizaron charlas y grupos de trabajos específicos.

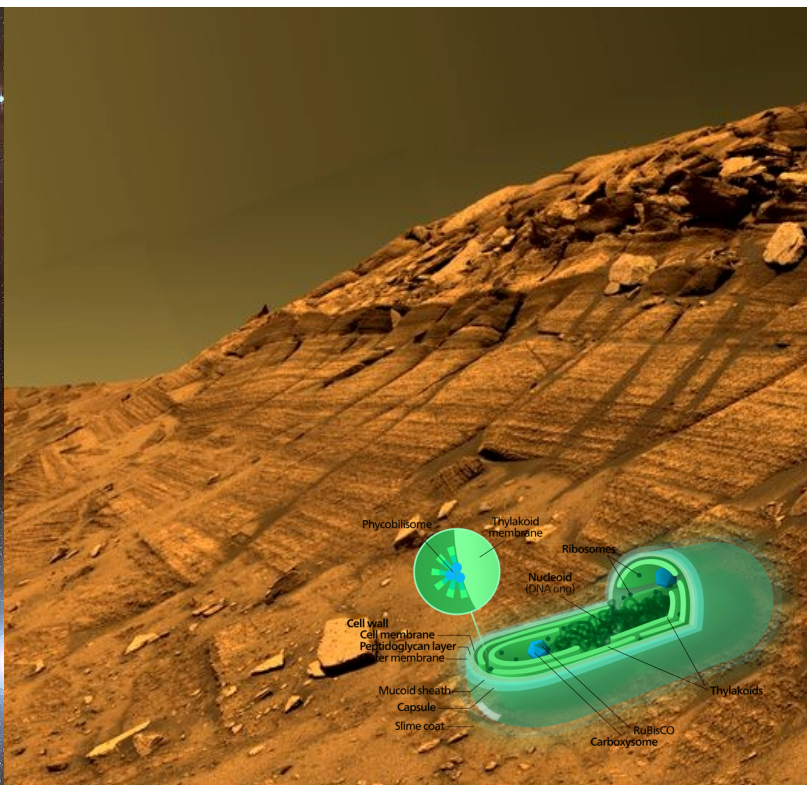
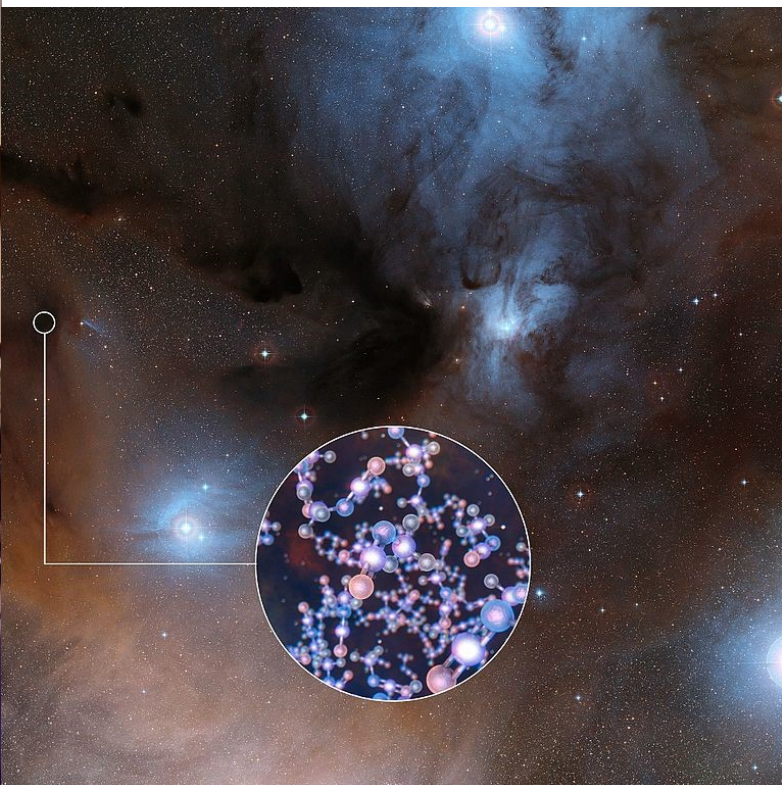
Así, se formaron grupos de trabajo para abordar la situación de la astrobiología, concluyendo que los investigadores se encuentran hoy desconectados a nivel regional. Se realizó la importancia que representa la estación de investigación espacial en el desierto de La Joya, en Arequipa, donde se está planeando construir una estación de investigación análoga marciana similar a la que existe en Utah.

En el caso de nanosatélites y cubesats se precisó que es imprescindible que la academia, el sector privado y el estado se involucren en la generación de ciencia trabajando de modo conjunto para combatir el narcotráfico, cuidar el medio ambiente, hacer pronósticos climatológicos y prestar ayuda en tiempo real en casos de desastres naturales.

El debate se extendió hasta develar las ventajas que podemos aprovechar en el sector espacial, como nuestra ubicación geográfica y grupo humano. Sin embargo, es necesario colaborar entre naciones e intentar aprender de los países que ya cuentan con un programa espacial robusto.

PRESTON
FERGUSONJACKELYNNE
SILVA-
MARTINEZANDRES
MARTINEZALEJANDRO
DÍAZBRANDON
FERGUSON

ASTROBIOLOGÍA, QUÍMICA PREBIÓTICA Y BÚSQUEDA DE VIDA EXTRATERRESTRE:



"La energía es fundamental en procesos prebióticos. La radiación ionizante es muy eficiente (radicales libres), ideal para el estudio de depósitos de energía, simulando lo que pasó en La Tierra primitiva u otras partes del universo. Los aminoácidos, ácidos carboxílicos son importantes por ser la base de moléculas complejas, siendo necesario usar mecanismos de estabilización." Dra. Alicia Negrán (Instituto de Ciencias Nucleares UNAM).



"La investigación en el desierto de Atacama inició en el 1966. En Yungay se replicaron los experimentos del Vikingo. Durante las investigaciones se encontraron microorganismos (cianobacterias y heterótrofos) asociados a sales y yeso. A la profundidad de 1 m, llegan a una *aw* (actividad de agua) de 0.1, el límite más seco para la vida en La Tierra y sin embargo, existen microorganismos" Armando Azua Bustos, PhD. (Atacama Biotech).



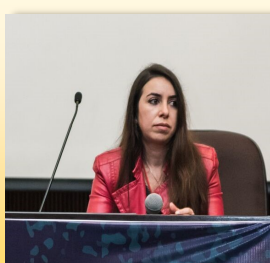
"El sistema solar se forma en 4.6 millones de años. La pregunta es dónde y cuándo se originó la vida. Los relojes del tiempo con los que se trabajó fueron rocas de 3.4, 3.5 hasta 4.0 Ma. Se hicieron estudios de C^{13} , que se encontraron en plantas y sedimentos marinos. En meteoritos como el ALH84001 se estudió la naturaleza de procedencia del grafito." Mg Sc. Saul Pérez (Sociedad Científica de Astrobiología del Perú)



"Nos interesa conocer el origen de la vida y si hay vida afuera, dónde está. A los 3500 millones de años ya habían estromatolitos, siendo los fósiles más antiguos confirmados por la ciencia, a diferencia de las biofirmas en potencia. En esa época, los eucariotas pudieron haber aparecido. En los 2500 millones de años, se hizo evidente la explosión de oxígeno en la Tierra". Dr. Hugo Beraldi (Sociedad Mexicana de Astrobiología)



"Venus es un planeta tectónico sin placas tectónicas. Tiene muchas deformaciones mapeadas en alto detalle. La Tierra en la época arqueana es parecida en algunas condiciones al Venus actual. La atmósfera de Venus ofrece un escenario interesante para la búsqueda de microorganismos adaptados a condiciones donde ciertos parámetros son similares a la Tierra." Mg Sc. David Tovar (Grupo de Ciencias planetarias de Colombia).



"Al estudiar habitabilidad nos basamos en la vida tal y como las conocemos, lo cual está ligado a la presencia de agua líquida o condiciones para construir moléculas orgánicas complejas y fuentes de energía externa. Existen condiciones que pueden limitar la habitabilidad, como la radiación estelar. Desde Argentina impulsamos el BioSun Project y Métodos de detección In Situ." Dra. Ximena Abrevaya (Institute of Astronomy and Space Physics, IAFE)



"Realizando experimentos en paralelo, pudimos observar que había cierta correlación entre pupas enviadas al espacio frente al simulador en la ESA. Hay genes en microgravedad que se inhiben y en el simulador también se inhiben. Se realizaron estudios (en moscas) de correlaciones y validación de algoritmos de correlación con varios experimentos repetidos en microgravedad y en frío. Estamos construyendo equipos únicos diseñados en Perú, para seguir investigando y reportando resultados" Dr. David Lavan (INICTEL y Sociedad Científica de Astrobiología del Perú).



ALMA: Atacama Large Millimeter Array



Dr. Paulo Leme



Dr. Jorge Melendez



Ast. Jhon Yana

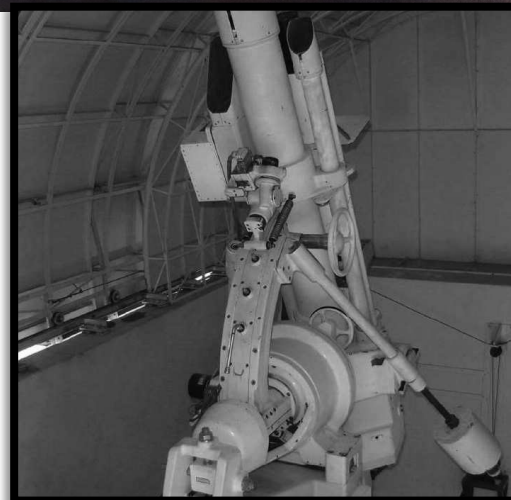


Observatorio de la Instituto de Astronomía, Geofísica y Ciencias Atmosféricas - IAG, Universidad de São Paulo - USP.

ASTRONOMÍA Y BÚSQUEDA DE VIDA EXTRATERRESTRE

ALMA, el gigante astronómico que se ubica en Chile y que se fundó gracias a una colaboración entre Europa, Estados Unidos y Japón en colaboración con Chile, presenta 66 antenas y brinda impresionantes descubrimientos al año. Esta imponente construcción da trabajo a más de 300 personas entre astrónomos, administradores y científicos en general en todo el mundo y de los cuales, muchos latinoamericanos han hecho su principal herramienta de trabajo.

Algunos peruanos en el extranjero, como Jhon Yana, expositor del I Congreso Internacional de Astrobiología, y el Dr. Jorge Melendez, dieron a conocer a Super-Neptuno, de 26 veces la masa de la Tierra, y Super-Tierra, de 3 veces la masa de la Tierra como sus últimos descubrimientos, además de Inti I, una superestrella gemela solar lejana. Esto gracias a sus estudios alrededor de la gemela Solar HIP 68468. En Perú, el Instituto Geofísico del Perú, en sus inicios contribuyó con la construcción de telescopios y radiotelescopios, dirigido por Mutsumi Ishitsuka, continuado por su hijo José Ishitsuka. Hoy se vienen realizando más intentos en la construcción de telescopios y observatorios en donde se incluye los esfuerzos de la Universidad Nacional de Ingeniería, Universidad Nacional de Ica y la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.



Heliógrafo monocromático del observatorio de Huancayo (Ishitsuka, 2007).



José y Mutsumi Ishitsuka, fundador del IGP y con-

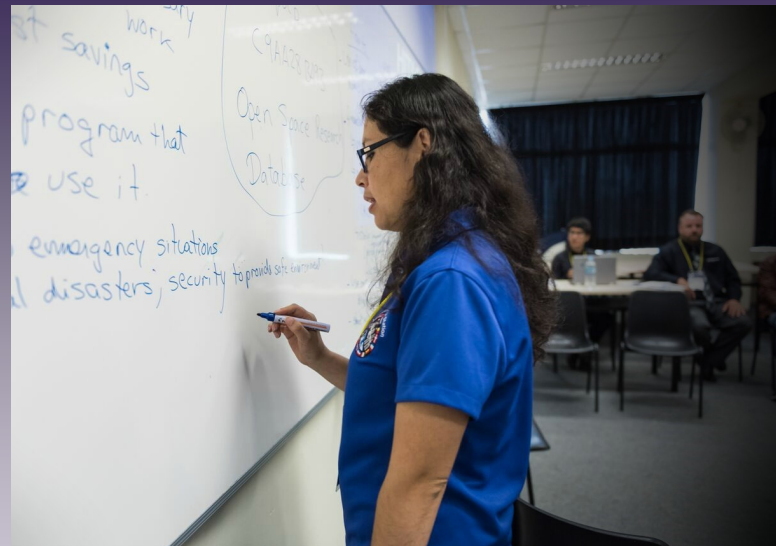
CONCLUSIONES DEL SPACE GENERATION WORKSHOP Y EL CONGRESO LATINOAMERICANO DE ASTROBIOLOGÍA

Los días 1 al 5 de agosto del 2016 se llevó a cabo en el Perú, la Primera Semana del Espacio, un evento internacional que congregó a los profesionales y estudiantes del sector espacial y que tuvo por objetivo difundir el estado de las ciencias espaciales en Latinoamérica.

Una de las actividades más importantes ha sido la realización del Space Generation Workshop. Durante los días 1 y 2 de agosto, un taller en el que especialistas en ciencias espaciales de todo el mundo, y en especial de Latinoamérica, se reunieron para analizar la situación de la región y dar sus sugerencias con el fin de mejorar el sector.

Durante dos días, los especialistas se dividieron y reunieron en 4 grupos para estudiar las siguientes temáticas: **astrobiología, nanosatélites, uso de una base de datos unificada** y finalmente cómo impulsar que **nuestras naciones desarrollen un programa espacial**.

En las deliberaciones participaron profesionales de diversas nacionalidades como Argentina, México, Colombia, Perú, Chile y Estados Unidos, y las conclusiones serán llevadas a la Comisión del Espacio de Naciones Unidas.



Líderes latinoamericanos en Investigación espacial desarrollaron una lista de actividades que deberían tomarse en cuenta para que países como Perú, Chile, Argentina, Brasil entren a la carrera espacial.



Investigadores interactuando en el I Congreso Latinoamericano de Astrobiología.



Foto grupal de la Primera Semana Peruana del Espacio realizada en la Pontificia Universidad Católica del Perú.

INGRESA a nuestra web y
descubre muchas
oportunidades:
www.scap.com.pe



2^{DO} CONGRESO LATINOAMERICANO DE ASTROBIOLOGÍA

B O G O T Á • C O L O M B I A • 2 0 1 8



CONFERENCISTAS

Sun Kwok Ph.D. – China
Ximena Abrevaya Ph.D. – Argentina
Eugenio Andrade Ph.D. – Colombia
Hugo Beraldi Ph.D. – México
Beatriz García Ph.D. – Argentina
Paulo Leme Ph.D. – Brasil
María L. Monsalve Ph.D. – Colombia
Luis H. Ochoa Ph.D. – Colombia
Gregorio Portilla Ph.D. – Colombia

Julián Rodríguez Ph.D. – Colombia
Gonzalo Tancredi Ph.D. – Uruguay
Julio Valdivia Ph.D. - Perú
Jimena Sánchez M.Sc. - Colombia
Carlos Molina M.Sc. – Colombia
David Tovar M.Sc. – Colombia
María Angélica Leal M.Sc. – Colombia
Fabián Saavedra (c) Ph.D. – Colombia
Camilo Delgado (c) Ph.D. - Colombia

TEMÁTICAS:

- Inicios de la Vida y Condiciones Extremas
- Ambientes Geológicos y Habitabilidad Planetaria
- Métodos y Técnicas en Astrobiología y Geología Planetaria
- Cuestiones Filosóficas y Sociales en Astrobiología
- Comunicación y Pedagogía en Astrobiología y Ciencias Relacionadas

CONTACTOS:

cla.unal.edu.co

cla_fcbo@unal.edu.co Julio 23 – 28 de 2018

¡REGISTRATE YA!
PRONTO EN JULIO

MÁS INFORMACIÓN

☎ 316 5000 Ext. 15640/39/29
✉ uniasege_fcbo@unal.edu.co



Facultad de Ciencias



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA



fcienciasunalco



@FCienciasUNALco



FacultaddeCienciasUNALBogotá

