

SEÑALES DE VIDA

EN EL SISTEMA SOLAR

Nuestro planeta es una joya azul repleta de diversas formas de vida. Bacterias, hongos, plantas y animales, todas ellas están concentradas en un punto minúsculo si lo comparamos con el tamaño del vacío del espacio. La existencia de la Tierra suscita una pregunta que todos nos hemos hecho alguna vez. ¿Estamos solos? En la actualidad, mucha gente diría que no en vista a los millones de estrellas que hay en nuestra galaxia y a los miles de millones de galaxias que pueden existir en el Universo. Y sabiendo que gran parte de las estrellas pueden generar un sistema planetario en algún momento de su vida, creemos que debe haber vida más allá de nuestro planeta. Por lo que más bien la pregunta debería ser: ¿cuándo vamos a encontrarla?

Lo cierto es que hay toda una comunidad científica trabajando para contestar esta pregunta. Los biomarcadores y los bioindicadores serán dos herramientas que permitirán hacerlo. En Astrobiología, la palabra biomarcador hace referencia a aquellas señales inequívocas de actividad biológica, terrestre o extraterrestre. Los biomarcadores pueden ser moléculas orgánicas, polímeros tales como el ADN o las proteínas, es decir, estructuras muy complejas solamente sintetizadas por organismos vivos. En cambio, el término bioindicador se define como aquella característica de un planeta o satélite que sugiere la posibilidad de albergar vida.

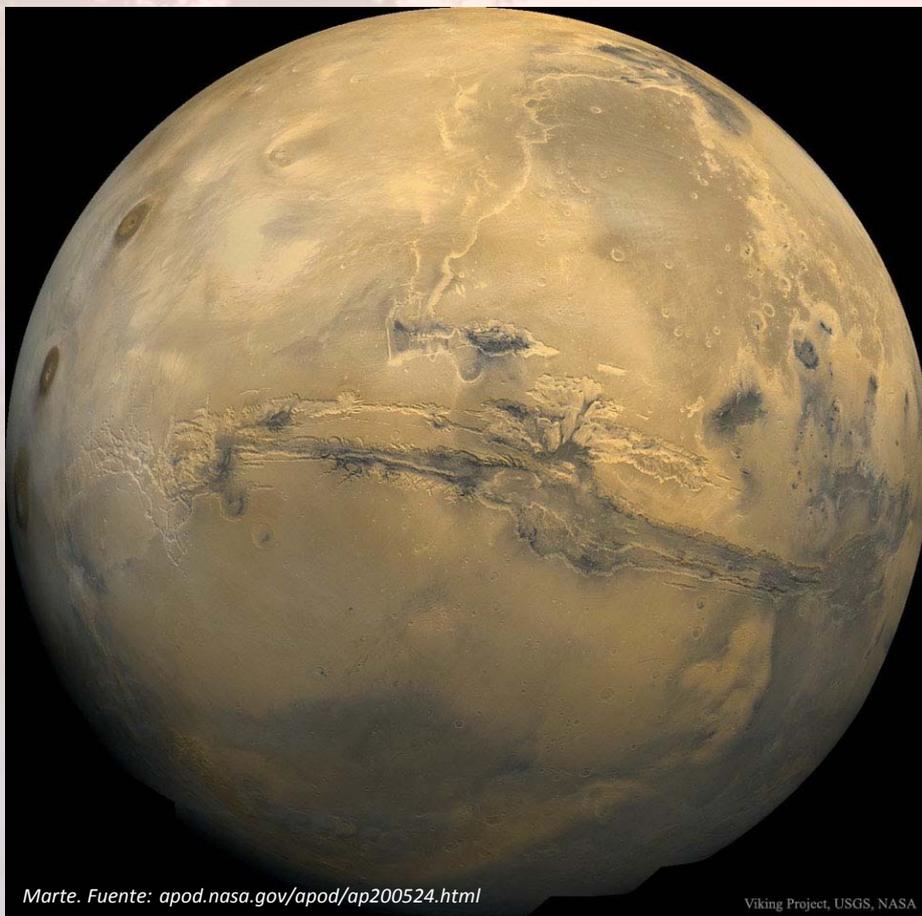
Haciendo un pequeño paréntesis, aclaramos que cuando hablamos de vida extraterrestre, no estamos mencionando necesariamente vida inteligente. Entendamos pues “vida” en un sentido amplio, incluyendo su unidad básica, la célula. Con esto último nos referimos especialmente a los microorganismos, formas de vida unicelulares.

Aunque muchos microorganismos pueden llegar a ser muy complejos, hay evidencias y estudios que indican que la vida puede haberse desarrollado con más facilidad de la que se pensaba hasta ahora. Y es posible que en un futuro próximo encontremos estas formas de vida sin ni siquiera salir de nuestro Sistema Solar. Hay cuatro lugares con ciertas condiciones donde sería más probable que se hayan desarrollado organismos vivos del mismo modo que en la Tierra: Marte, Europa, Titán y Encélado.

MARTE

Marte es un planeta que siempre ha tenido en vilo a la comunidad científica y ha suscitado gran curiosidad. Incluso ha estado presente desde los inicios del género de la ciencia ficción. Y es que, sin alejarnos demasiado de la ciencia ficción, se cree que hace entre 4.000 y 3.000 millones de años, Marte pudo tener las condiciones idóneas para albergar vida. En los últimos años, se han descubierto grandes cantidades de agua en el planeta, es decir, el compuesto por excelencia imprescindible para la vida tal y como la conocemos. Además, se puede apreciar como el hemisferio norte del planeta está más hundido que el sur, lo que nos induce a pensar que todo el hemisferio norte pudo ser un gran océano en el pasado.

En la actualidad, Marte luce un aspecto totalmente distinto. Caracterizado por el óxido de hierro que predomina en su superficie, parece una esfera completamente yerma y desértica. Hace casi 4.000 millones de años que desapareció casi por completo su campo magnético, por ende, el viento solar arrasó su atmósfera y se fue evaporando gran parte del agua líquida del planeta. No obstante, es bastante probable que quede aún agua en estado líquido en acuíferos y corrientes de agua subterránea.



Marte. Fuente: apod.nasa.gov/apod/ap200524.html

Viking Project, USGS, NASA

En nuestro planeta existen ecosistemas acuáticos ricos en hierro colonizados por bacterias oxidantes de este metal, tales como *Acidithiobacillus ferrooxidans*. Mediante la oxidación del hierro obtienen energía para sintetizar materia orgánica para su metabolismo. En Huelva existe uno de estos ecosistemas, el Río Tinto. Cabe destacar que sus aguas ácidas y el registro geológico es un entorno muy similar a la de Meridiani Planum, una región del planeta rojo. Tomada como bioindicador, esta característica nos sugiere que, si la vida surgió también en Marte, Meridiani Planum es susceptible de poseer biomarcadores típicos de bacterias autótrofas extremófilas. O por lo menos, sugiere la habilidad de estas bacterias terrestres de sobrevivir en estas condiciones extremas. Es curioso que el género de ciencia ficción haya descrito siempre a los marcianos como pequeños humanoides verdes, cuando en realidad podrían ser microscópicos seres unicelulares que colorean de rojo su hogar mediante depósitos de óxido de hierro.

Superficie de Marte desde el Rover Curiosity. Fuente: apod.nasa.gov/apod/ap200126.html



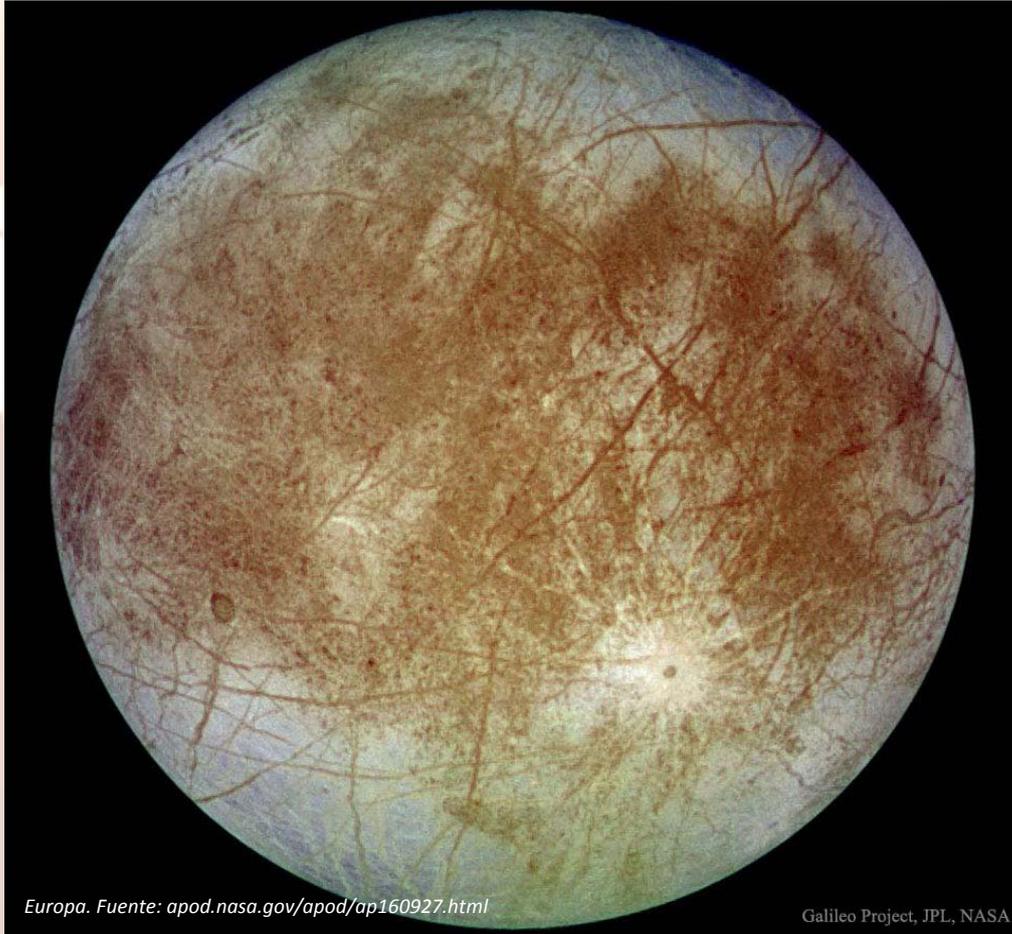
Por estas razones el Río Tinto tiene especial interés astrobiológico. Permite a los científicos hipotetizar desde nuestro planeta qué tipo de vida ha podido adaptarse y sobrevivir en las condiciones marcianas actuales.

Otro compuesto, presente esta vez en la atmósfera marciana, ha llamado la atención de parte de la comunidad científica. Recientemente se han detectado picos de metano gaseoso estacionales, de origen desconocido. Cada molécula de metano que se libera a la atmósfera tiene una duración de varios siglos, por lo que estas se podrían haber originado hace tiempo. Aunque realmente dichas mediciones no han sido claras y hay cierta discrepancia entre la comunidad científica. En caso de corroborar su presencia, el metano podría ser de origen geológico, o biológico como ocurre en la Tierra. En nuestro planeta se estima que el 90% del metano procede de actividad biológica.

En el hipotético caso de que el metano de Marte fuese de origen biológico ¿qué tipo de organismo podría ser el responsable de estos picos? Al igual que el hierro metálico, el metano es susceptible de ser oxidado para la obtención de la energía necesaria para la síntesis de materia orgánica. Si el metano se libera y se consume, existe una ligera posibilidad de que esté siendo producido por microorganismos metanogénicos y utilizado por microorganismos metanotrofos, como aquí en la Tierra. No obstante, no debemos precipitarnos ya que, de haber metano en Marte, estos picos también pueden ser en su totalidad de origen geológico.

El 18 de febrero se espera que el rover Perseverance llegue a Marte, y si su misión resulta exitosa, el rover se posará en la superficie del cráter Jezero. Entre sus muchas funciones, se ocupará de recoger muestras, que la Mars sample return mission (MSR) traerá a la Tierra en los próximos años para que sean analizadas. Nunca antes se han podido analizar muestras recogidas directamente en Marte, por lo que, una vez analizadas, podremos comenzar a desentrañar los misterios de esconden en nuestro planeta vecino.

EUROPA



Europa es otra de las regiones con gran interés en el campo de la Astrobiología. Este satélite de Júpiter, descubierto por Galileo Galilei en 1610, posee destacables bioindicadores. Aparentemente es una esfera de hielo de agua brillante, con unas líneas de color rojizo, pero es posible que exista todo un océano de agua líquida bajo su corteza helada. Se piensa que en Europa podría incluso haber el doble de toda el agua que hay en nuestro planeta.

Debido a la gran atracción gravitatoria que ejerce el gigante Júpiter en Europa, este está sometido a fuerzas de tensión y distensión, que sugieren que se podría generar en su interior una gran actividad volcánica. Además, el escaso número de cráteres de impacto en su superficie podrían señalar que su corteza está renovándose constantemente. El océano de agua líquida estaría originado por el calentamiento debido a las fuerzas de marea ejercidas por Júpiter. En el fondo de este océano también se piensa

que podría haber chimeneas hidrotermales y debido a la presión, se producen géiseres y otros eventos de criovulcanismo, a través de su corteza de hielo. Lo que puede convertir a Europa en un lugar acogedor para la vida.

La sonda Europa Clipper es un ambicioso proyecto de la NASA que se espera que sea lanzado en el año 2025. Mientras orbita alrededor de Júpiter, utilizará su tecnología para intentar detectar moléculas orgánicas (y tal vez entre ellas biomarcadores) en los géiseres de Europa. Posteriormente está prevista otra misión llamada Europa Lander, que completará los datos tomados por Europa Clipper. El aterrizador Europa Lander será la primera sonda que llegue a tocar la superficie de Europa.

¿Qué tipo de vida podríamos encontrar en Europa? En base a sus bioindicadores, en teoría sería posible que en Europa se hayan desarrollado ecosistemas tales como los del fondo marino antártico. Y es que incluso en este abismo de nuestro planeta donde reina la oscuridad y donde el oxígeno escasea, la vida se encuentra presente. De sus profundidades emergen las fumarolas, unos conos volcánicos que expulsan metano, ácido sulfúrico, dióxido de carbono y óxido de azufre, entre otros compuestos. La profundidad a la que se encuentran es tal que no llega ni un atisbo de la luz del Sol. No hay algas ni cualquier otro organismo fotosintético que pueda ofrecer oxígeno y alimento para los animales a esa profundidad. No obstante, sí que existen microorganismos capaces de oxidar los compuestos anteriores para obtener energía y destinarla a la síntesis de materia orgánica. Si esto ocurre así en el frío y oscuro fondo antártico, algo similar podría estar ocurriendo también en las fumarolas de este satélite galileano.

Las fumarolas terrestres también emergen en zonas más superficiales del océano. En concreto, hay fumarolas con todo un ecosistema a su alrededor. Sobre ellas crecen comunidades bacterianas que toleran concentraciones de oxígeno muy bajas mientras oxidan compuestos. Estas bacterias, en la Tierra, son el sustento de animales albinos como camarones, estrellas de mar o el curioso cangrejo yeti, descubierto por primera vez en 2005 en las frías aguas antárticas y más tarde, en 2013 por científicos de la Universidad de Oxford y de Southampton en la cresta de la placa Scotia, a más de 2.600 metros de profundidad. Por desgracia, el océano europeo será totalmente oscuro y parece muy poco probable que permita la existencia de actividades fotosintéticas que produzcan oxígeno, como para que se haya desarrollado algún tipo de vida similar a la animal. No obstante, quién sabe lo que las sondas Europa Clipper y Europa Lander, así como las futuras misiones, encontrarán en el futuro.

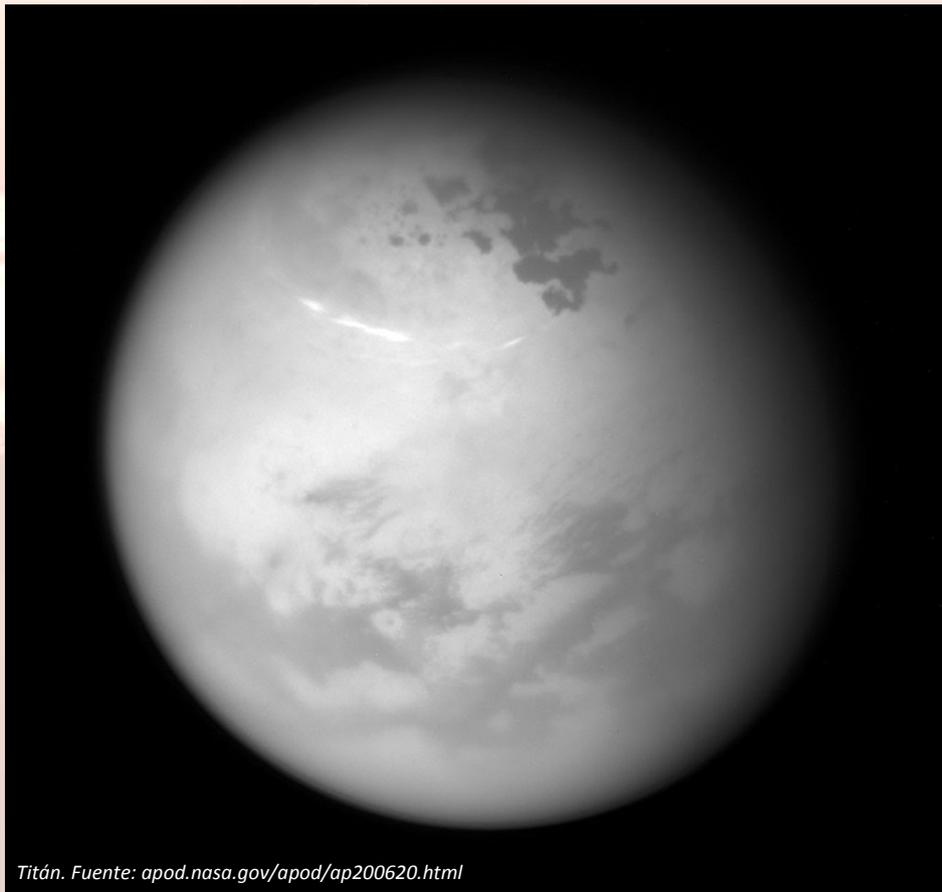
TITÁN

Titán es el satélite más grande de Saturno y el segundo del Sistema Solar, tras el satélite de Júpiter, Ganimedes. Es el único lugar con características similares a la Tierra dentro del Sistema Solar. En concreto, es el único satélite del Sistema Solar que posee una atmósfera apreciable, formada principalmente por nitrógeno, y consta de la presencia de masas líquidas en su superficie: ríos, lagos y océanos. Aunque no estaríamos hablando de agua como en la Tierra, sino de metano en estado líquido, que cae en forma de lluvia desde la atmósfera.

Este satélite es uno de los más estudiados del Sistema Solar gracias a la misión Cassini-Huygens, formada por el orbitador Cassini y el aterrizador Huygens. Esta misión llegó a Saturno en 2004, y la sonda Huygens se separó de Cassini, para finalmente posarse, el aterrizador, en la superficie de Titán, el 14 de enero de 2005.

En la superficie de la Tierra existen depósitos naturales de hidrocarburos, como el lago de la Brea en la Isla Trinidad. En este lago se han descubierto microorganismos capaces de vivir sin

oxígeno, en un ambiente tóxico para otras formas de vida, y sin apenas agua. Se piensa que en zonas con alta concentración de hidrocarburos se pueden encontrar microorganismos parecidos. Los lagos que encontramos en Titán podrían ser similares a este tipo de áreas de la Tierra, por lo que lo convierte en un satélite de gran interés para la Astrobiología. Además, dada la composición de su atmósfera podrían estar produciéndose en ella reacciones de química prebiótica similares a las generadas en el famoso experimento de Miller en 1953, capaces de originar aminoácidos y otras biomoléculas sencillas.



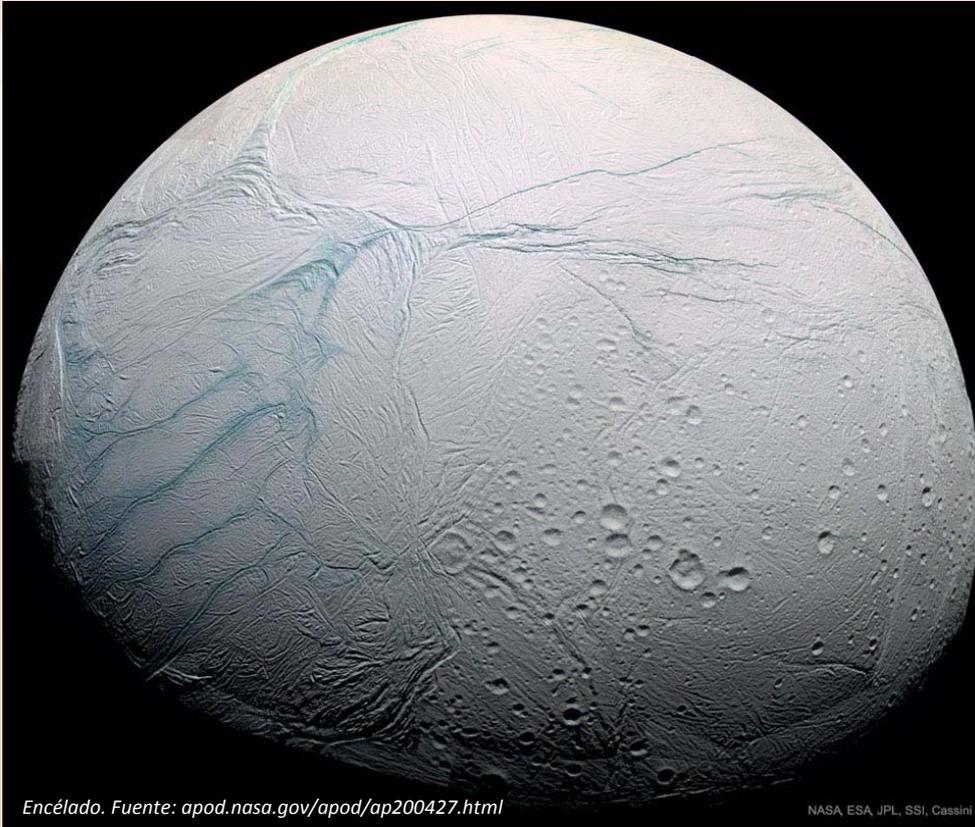
Titán. Fuente: apod.nasa.gov/apod/ap200620.html



Recreación de la superficie de Titán. Fuente: apod.nasa.gov/apod/ap110401.html

Además, bajo la superficie de Titán sabemos que hay una capa de hielo de agua. Y bajo esta capa, podría haber un gran océano de agua líquida, rico en sales y amoníaco. En caso de existir una actividad tectónica en Titán, podría poner en contacto los compuestos orgánicos presentes en la superficie, con la posible agua líquida de su océano. Pudiendo de este modo, originarse la vida en este curioso satélite.

ENCÉLADO



Sin alejarnos mucho de Titán, podemos encontrar a otra de las lunas de Saturno, Encélado. Este satélite es el sexto más grande del planeta y es de características muy similares al satélite Europa. Encélado posee una superficie lisa y pulida, formada por hielo de agua, que visto desde fuera nos recuerda a una bola de nieve.

Los sobrevuelos de la sonda Cassini descubrieron muchos detalles en Encélado, como erupciones repetidas de géiseres y fumarolas, que expulsan desde la superficie, vapor de agua y finas partículas de hielo y polvo, a gran velocidad. Lo que nos lleva a pensar que bajo su superficie congelada exista un océano de agua líquida, calentado quizás, por chimeneas volcánicas similares a las existentes en la Tierra. Además, en las eyecciones de los géiseres, se han podido identificar trazas de algunos compuestos orgánicos sencillos, lo que suscita la posibilidad de encontrar ecosistemas microbianos similares a los que

podríamos encontrar en el satélite Europa. Es muy probable que, para descubrir los misterios que se encuentran en Europa y Encélado, no quede más remedio que perforar en el futuro la gruesa capa de hielo que envuelve la superficie de estos dos satélites. Y de este modo, verificar la existencia de océanos de agua líquida de donde podamos extraer y analizar muestras.

La edad del Universo supera los 13.800 millones de años. Tuvieron que pasar 250 millones de años desde el Big Bang para que se formaran las primeras estrellas. La Tierra se formó hace más de 4.500 millones de años y se estima que las primeras formas de vida aparecieron en ella hace 3.800 millones de años. Estas cantidades de tiempo se escapan de nuestro raciocinio y comprensión. Pero esto nos suscita una respuesta a nuestra pregunta. Es poco probable que, en toda esa cantidad de tiempo, la Tierra haya sido el único lugar donde haya surgido la vida. Y si sumamos el número de estrellas y el tamaño que pueda tener el Universo, lo entenderemos aún más. Veremos que nuevos descubrimientos se podrán hacer en los próximos años.

Agradecimiento especial a Carlos Briones, nuestro gran mentor en esta gran ciencia que es la Astrobiología.



Beatriz Varona Fernández
Astrofísica



Rubén Aguilar
Biólogo celular y molecular