

“Siga el Carbono”. Siga el...¿qué?

Por Lora Bleacher

“Siga por el camino de ladrillos amarillos”. “Siga al líder”. Seguramente conozcas - ambas frases. ¿Pero - quién querrá “seguir el carbono”, y qué significa esto? Para la NASA, “seguir el carbono” significa identificar compuestos que contengan carbono, de dónde provienen y los procesos que lo transforman con el fin de poder determinar la habitabilidad del planeta Marte. Y esto es exactamente lo que intenta realizar el equipo de instrumentos de Análisis de Muestras en Marte (SAM, según sus siglas en inglés) a bordo del Laboratorio Científico de Marte (MSL).

Según está programado, el MSL será lanzado al espacio a fines del 2009 y aterrizará en la superficie de Marte a mediados del 2010, donde pasará por lo menos un año marciano (687 días terrestres) dando vueltas sobre la superficie y recogiendo información. El MSL será el explorador robótico más grande que haya visitado Marte. También llevará a bordo el equipo de instrumentos más completo que se haya enviado a la superficie marciana, que incluye una cámara, un detector de neutrones, un láser, un microscopio y un laboratorio analítico. SAM es un componente de este laboratorio.

El objetivo de SAM es “encontrar el carbono” en Marte. Planea recoger muestras del suelo y de la atmósfera para analizarlas con tres instrumentos científicos: un espectrómetro de masas cuadripolar un cromatógrafo de gases y un espectrómetro láser sintonizable.. Con los resultados obtenidos con los instrumentos del SAM, los científicos en la Tierra intentarán determinar - la habitabilidad de Marte, respondiendo a la pregunta: "¿Qué nos indica la presencia o ausencia de compuestos claves y sus características sobre la capacidad de Marte para sustentar vida presente o pasada?

¿Por qué el carbono es tan especial que la NASA quiere “seguirlo”?

Además del agua líquida y una fuente de energía, el elemento carbono (C) es esencial para la vida tal como la conocemos (o sea, la vida terrestre), junto con otros elementos como el hidrógeno (H), oxígeno (O), nitrógeno (N), azufre (S), fósforo (P), calcio (Ca) y hierro (Fe).

Posiblemente conozcas muchos compuestos que contienen carbono, como el dióxido de carbono (CO₂) y el monóxido de carbono (CO). Cuando el carbono se enlaza con hidrógeno, se obtiene un compuesto llamado compuesto orgánico.

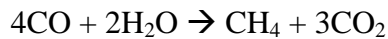
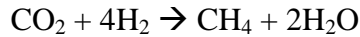
El compuesto orgánico más simple es el metano (CH₄), porque contiene un átomo de carbono unido a cuatro átomos de hidrógeno. Además del carbono y del hidrógeno que se requieren para obtener un compuesto orgánico, los compuestos orgánicos también pueden contener otros elementos como oxígeno, azufre y nitrógeno. El carbono puede formar enlaces simples, dobles o triples. El carbono también tiene la capacidad de unirse con otros átomos de carbono, creando largas "cadenas" o "anillos". Esta propiedad del carbono de unirse con muchos átomos de maneras tan diferentes, permite que haya millones de compuestos orgánicos.

Cada aspecto de la vida tal como la conocemos en la Tierra depende de la química orgánica. Tu cuerpo, los alimentos que ingieres y los árboles en tu jardín, por ejemplo, contienen moléculas orgánicas. Incluso el perfume de una rosa y el picante de la pimienta son controlados por moléculas orgánicas específicas.

El compuesto orgánico más simple de la Tierra, el metano, es producido principalmente por la descomposición de materiales biodegradables en pantanos y basureros y como un subproducto de la digestión en humanos y otros animales, como la vaca. El proceso de producción del metano, llamado metanogénesis, depende de organismos llamados metanógenos.

Los metanógenos son organismos unicelulares que respiran en forma anaeróbica, es decir, no necesitan oxígeno. Si bien algunos metanógenos pueden habitar ambientes templados, como los pantanos y el intestino de humanos y vacas, otro grupo de metanógenos son extremófilos, es decir, pueden sobrevivir en ambientes de temperaturas extremadamente calientes o frías o ambientes muy salinos, ácidos o alcalinos.

Dos reacciones químicas que se llevan a cabo en la metanogénesis son:



¿Qué hemos encontrado en Marte hasta ahora?

La NASA ya ha enviado misiones a Marte, como la Vikingo en 1975 y la Pathfinder en 1996, y los exploradores espaciales, como el Sojourner en 1996, además de los exploradores robóticos de Marte en 2004 (que aún están operando mientras se redacta este artículo).

¿Pudimos detectar metano u otros compuestos orgánicos en la superficie de Marte con estas misiones? Las misiones Vikingo que se enviaron a Marte con el fin específico de encontrar pruebas químicas de vida pasada o presente en su superficie, calentaban muestras de suelo y de rocas trituradas y utilizaban un cromatógrafo de gases y espectrómetro de masas (GCMS, según sus siglas en inglés, por: “gas chromatograph mass spectrometer”), para medir la masa de cualquier molécula presente.

No se detectó metano ni otros compuestos orgánicos. Pero algunos científicos creen que las temperaturas a las que se calentaron las muestras en los experimentos del Vikingo (500° C) no fueron lo suficientemente elevadas para encontrar algún compuesto orgánico que pudiera haber estado presente, especialmente si éste era refractario (es decir, resistente al calentamiento).

Otra posibilidad es que los compuestos orgánicos no fueron detectados porque a través de un proceso de oxidación, se convirtieron en dióxido de carbono antes de ser identificados por el GCMS. Además, algunos científicos creen que los compuestos orgánicos como los que puede haber en Marte, posiblemente no reaccionen ante el calentamiento. En su lugar proponen que se deben utilizar otras técnicas químicas para encontrar compuestos orgánicos en la superficie marciana.

El equipo de instrumentos del SAM en el MSL utilizará un GCMS y aplicará ambos métodos. Calentará las muestras a temperaturas más elevadas (1000° C) que las de los instrumentos del Vikingo y utilizará extracción química además del calentamiento para identificar cualquier compuesto orgánico que pudiera estar presente.

Si bien no se detectaron compuestos orgánicos en la superficie marciana, el Expreso Marte, un orbitador de la Agencia Espacial Europea, detectó una pequeña cantidad de metano en la atmósfera marciana, en 2003. El Telescopio Canadá-Francia-Hawai y el Telescopio Infrarrojo de la NASA también han detectado metano en la atmósfera marciana, aunque se desconoce su origen.

¿Es posible que existan organismos vivos en Marte que hayan producido el metano que se observa en la atmósfera y los compuestos orgánicos adicionales en la superficie marciana que todavía están por detectarse? Quizás. Otras posibilidades son que el metano presente en la atmósfera llegó a Marte por los impactos de meteoritos y cometas que el planeta ha sufrido a lo largo de toda su existencia, que el metano haya sido lanzado a la atmósfera por volcanes, o que el metano sea el resultado de una reacción química que implica la hidratación de ciertos minerales que se encuentran en las rocas de Marte.

¿Los instrumentos del SAM tendrán la capacidad de diferenciar entre estas posibles fuentes de metano, si es que realmente, llegaran a encontrar pruebas de metano u otros compuestos orgánicos en materiales de la superficie de Marte? Los científicos podrán distinguir la fuente de los compuestos orgánicos de Marte utilizando modelos similares a los de los compuestos orgánicos en la Tierra, teniendo en cuenta su estructura molecular, abundancia, composiciones isotópicas y contextos geoquímicos.

Por ejemplo, piensa en isótopos del carbono. Recuerda que un isótopo es un átomo que tiene diferentes números de neutrones en su núcleo comparado con otro átomo del mismo elemento. Ambos átomos son del mismo elemento porque tienen la misma cantidad de protones, pero tienen masas diferentes —debido a la diferencia en el número de neutrones. El carbono-12 tiene seis protones y seis neutrones, el carbono-13 tiene seis protones y siete neutrones y el carbono-14 tiene seis protones y ocho neutrones.

SAM medirá la proporción del carbono-13/carbono-12 tanto del metano como del dióxido de carbono en muestras tomadas de la atmósfera y del suelo que ha recogido y calentado (cuando las muestras se calientan, liberarán dióxido de carbono y metano, si están presentes) para poder diferenciar las fuentes de carbono presentes en Marte.

Los compuestos orgánicos creados por organismos en la Tierra favorecen al carbono-12 ante el carbono-13 en un proceso llamado fraccionamiento isotópico. Durante este proceso, los isótopos pesados y ligeros se dividen en forma diferente entre dos compuestos. Esto sucede porque la energía de enlace de cada isótopo es ligeramente diferente, ya que con isótopos más pesados tienen enlaces más fuertes y velocidades de reacción más lentas.

Como los isótopos ligeros forman enlaces químicos más débiles en un compuesto que los isótopos pesados, se necesita menos energía para crear enlaces entre átomos de carbono-12 que entre átomos de carbono-13 y carbono-12 en un compuesto. Los compuestos orgánicos en Marte pueden mostrar tendencias de fraccionamiento similares si fueron producidos por organismos presentes o pasados.

Los científicos también pueden utilizar un modelo de isótopo del carbono para determinar si cualquiera de los compuestos orgánicos que encuentran provienen de Marte o de impactos meteoríticos. Esto es porque el tipo más común de meteoritos que ha caído en la Tierra, y supuestamente en Marte, llamado condritos, contienen compuestos orgánicos “abióticos”, es decir, los compuestos orgánicos no fueron creados por organismos biológicos. El carbono presente en este material meteorítico es predominante en el carbono-13 en relación con el carbono-12.

Sin embargo, algunos procesos físicos abióticos también pueden fraccionar isótopos. Por ende, los científicos de SAM deben tener en cuenta aspectos comprobables —tales como el contexto ambiental del cual se extraen y analizan las muestras— al evaluar la habitabilidad de Marte.

¿Alguna vez existió la vida en Marte? Mantente alerta...

El equipo de instrumentos de SAM será utilizado para explorar las condiciones necesarias de la vida en Marte mientras navega a bordo del explorador robótico más grande y avanzado en materia tecnológica que haya sido lanzado al planeta rojo. SAM "encontrará el carbono" en Marte utilizando su amplio equipo de tres instrumentos científicos que trabajarán en forma conjunta, además de otros instrumentos a bordo del explorador para investigar la habitabilidad de Marte.

Sigue a los ingenieros y científicos a través de SAM y la misión MSL en <http://ael.gsfc.nasa.gov/marsIndex.shtml> y <http://mars.jpl.nasa.gov/msl/>.

REFERENCIAS

Laboratorio de Ciencia en Marte
<http://mars.jpl.nasa.gov/msl/>

Instrumentos del Laboratorio de Ciencia en Marte
http://mars.jpl.nasa.gov/msl/mission/sc_instruments.html

Misiones pasadas, presentes y futuras a Marte:
<http://mars.jpl.nasa.gov/missions/index.html>

Lora Bleacher trabaja en Science Systems and Applications Inc. (Corporación de Sistemas y Aplicaciones Científicas) como coordinadora de programas de divulgación. Este es su primer artículo para la revista *ChemMatters*.

Orbitador, aterrizador y explorador robótico: ¿Cuál es la diferencia?

Orbitador: Nave espacial diseñada para girar alrededor de un cuerpo planetario pero no para aterrizar en él.

Aterrizador: Nave espacial diseñada para aterrizar en la superficie de un cuerpo planetario.

Explorador robótico: Pequeño vehículo lanzado desde el aterrizador diseñado para explorar el cuerpo planetario.

Algunos Instrumentos Utilizados para Estudiar la Composición de Compuestos Químicos

Espectrómetro: Mide la interacción entre luz y un material y analiza la luz absorbida, emitida o esparcida por este material para determinar su composición química.

Espectrómetro de Masas: Divide una muestra vaporizando e ionizando sus componentes. Luego, separa estos iones según su masa y carga, lo que permite determinar la composición química de la muestra.

Espectrómetro Láser: Determina la composición química de un material midiendo cómo interactúa este material con luz de un láser.

Espectrómetro Cuadripolar de Masas: Utiliza campos eléctricos oscilantes para separar los iones según su masa y carga.

Cromatógrafo de Gases: Separa los componentes de una muestra vaporizándola hasta convertirla en una corriente de gas y pasando el gas por una columna cuyas paredes están recubiertas con un polímero. Los diferentes componentes de la muestra se adhieren en forma distinta al polímero, lo cual ayuda a separarlos y luego identificarlos según su respectiva afinidad por el polímero.

Cromatógrafo de Gases – espectrómetro de masas: Combinación de un cromatógrafo de gases y espectrómetro de masas: separa los componentes de una muestra vaporizándola hasta convertirla en una corriente de gas y pasando el gas a través de una columna. Luego analiza estos componentes con un espectrómetro de masas.