

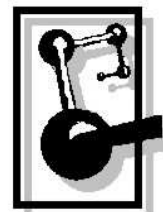
Sociedad Mexicana de Astrobiología IV Reunión



PROGRAMA Y RESÚMENES

19 y 20 de abril del 2007

Museo de las Ciencias, Universum
Universidad Nacional Autónoma de México



Instituto de
Ciencias Nucleares

Índice

página

Jueves 19 de abril del 2007

9:00	9:30	Inscripción	
9:30	10:00	<i>Inauguración</i> Dra. Julia Tagüeña, Directora de la Dirección General de Divulgación de la Ciencia, UNAM Dr. Alejandro Frank, Director del Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM Dr. Rafael Navarro, Presidente de la Sociedad Mexicana de Astrobiología Ing. José de la Herrán, Co-fundador de la Sociedad Mexicana de Astrobiología Dr. Frank Drake, Director del Centro para el Estudio de la Vida en el Universo del Instituto SETI Maestro de ceremonias: Antígona Segura	
10:00	10:40	Plática Invitada: <i>Cuatro Ciénegas, laboratorio vivo para la astrobiología. Un tesoro mexicano.</i> Valeria Souza, Laura Espinoza, Ana Escalante, Luisa Falcón, German Bonilla, Ana Noguez, René Cerritos y Luis Eguiarte	4
10:40	11:00	<i>La regulación genética en la evolución temprana de la vida.</i> Irma Lozada-Chávez	7
11:00	11:20	<i>El metabolismo terrestre y los cambios climáticos Un sistema bio-geo-físico-químico autorregulado</i> José Ramón Hernández Balanzar y René Garduño L.	7
11:20	12:00	Carteles y descanso	
12:00	12:40	Plática Invitada: <i>Hidratos de metano a elevada presión y baja temperatura: implicaciones para la astrobiología</i> Elva Escobar Briones	4
12:40	13:00	<i>Zona de habitabilidad galáctica en Andrómeda.</i> Sofía Meneses-Goytia y Leticia Carigi	8
13:00	13:20	<i>Dinámica de sistemas planetarios en diferentes ambientes galácticos.</i> Bárbara Pichardo	8
13:20	13:40	<i>Discos en transición alrededor de enanas cafés: ¿evidencia de formación planetaria?</i> Lucía Adame y Paola D'Alessio	9
13:40	14:00	<i>Simulaciones hidrodinámicas en 3D del exoplaneta HD209458b: un modelo de absorción.</i> Pablo F. Velázquez, Matías Schneiter, Alejandro Esquivel, Xóchitl Blanco Cano y Alejandro C. Raga	9
14:00	15:30	Comida	
15:30	16:10	Plática Invitada: <i>Limitaciones de la búsqueda de material orgánico en los análogos de suelos marcianos y sus implicaciones sobre los resultados de la misión Vikingo.</i> Rafael Navarro-González	5
16:10	16:30	<i>Estudio químico y microbiológico del desierto de La Joya, Arequipa – Perú como un posible análogo a Marte.</i> Julio E. Valdivia-Silva, Rafael Navarro-González Rafael y C. P. McKay	9
16:30	16:50	<i>Determinación de material orgánico en el suelo del desierto de Atacama-Chile (un posible análogo de Marte) por cromatografía de gases-masas.</i> José de la Rosa, Silvia Godínez, Sandra Aguilar y Rafael Navarro-González.	10
16:50	17:10	Descanso	
17:10	17:20	<i>Análisis estadístico de algunas variables climáticas para estudio del efecto de la temperatura sobre la línea de árboles de una montaña.</i> Luis Cruz Kuri.	11
17:20	17:40	<i>Estudio edáfico del Pico de Orizaba desde un punto de vista astrobiológico.</i> Paola Molina y Rafael Navarro-González	11
17:40	18:00	<i>Estudio de los radios isotópicos de nitrógeno en el límite superior del bosque en el Pico de Orizaba, su posible impacto en la distribución altitudinal de las coníferas y su importancia como variable en la terraformación de Marte.</i> Cruz Lozano Ramírez y Rafael Navarro González	12

Viernes 19 de abril del 2007

9:00	9:40	Plática Invitada: <i>El cráter del Chicxulub y la frontera del Cretácico/Terciario.</i> Jaime Urrutia	5
9:40	10:00	<i>Intercambio probable de microorganismos entre la Tierra y Marte inducido por impactos.</i> José Luis García Martínez y Fernando Ortega Gutiérrez	12
10:00	10:20	<i>Tipos de vida exóticos y el concepto de Zona Habitable.</i> Héctor Javier Durand Manterola	13
10:20	11:00	Carteles y descanso	
11:00	11:40	Plática Invitada: <i>Posibilidades de viajar más rápido que la luz dentro de la relatividad general.</i> Miguel Alcubierre	6
11:40	12:00	<i>Detección de planetas habitables alrededor de otras estrellas.</i> Antígona Segura	13
12:00	12:20	<i>Antecedentes de la propuesta Agencia Espacial Mexicana "AEXA".</i> José de la Herrán	13
12:20	12:40	<i>¿Vale la pena la búsqueda de inteligencia extraterrestre?</i> Carlos Ochoa	14
12:40	13:00	Descanso	
13:00	14:00	Conferencia Magistral: <i>So Many Planets to be Searched for signals! -- Prospects for Future Searches.</i> Frank Drake	4

Carteles

<i>Radiólisis de adenina simulando microambientes primitivos.</i> Andrés Guzmán Marmolejo y Alicia Negrón Mendoza	15
<i>Papel de los minerales en evolución química estudios de adsorción de HCN</i> María Colín García, Alicia Negrón Mendoza y Sergio Ramos Bernal	15
<i>Evaluación mineralógica de la producción de cianuro de hidrógeno bajo condiciones hidrotermales y su determinación por Headspace-Cromatografía de Gases-Masas</i> Paulina Pinedo González; Rafael Navarro-González y Javiera Cervini-Silva	15
<i>Estudio experimental de la influencia de los impactos de asteroides en la evolución química de la atmósfera de la Tierra primitiva.</i> Thania Eloina Félix Cañedo, Rafael Navarro-González	16
<i>Viabilidad de adaptación de organismos halófilos a condiciones ambientales extraterrestres.</i> Horacio Terrazas Hoyos, Sandra I. Ramírez Jiménez y Enrique Sánchez Meza	16
<i>Captadores simples de lluvia, aguanieve, granizo y nieve en zonas de alta montaña en ambientes tropicales alpinos para utilizarlos como alternativa de inicio de fertilización.</i> Roberto Neri Galeno y Luis Cruz-Kuri	17
<i>Caracterización térmica de carbonatos de origen biótico, abiótico y diagenético y su implicación en la búsqueda de vida en Marte.</i> María Antonieta Bautista Gasca y Rafael Navarro González	18
<i>Determinación del efecto de oxidación pirolítica en sedimentos análogos marcianos.</i> José Enrique Iñiguez Pacheco, José G. de la Rosa Canales y Rafael Navarro González	18
<i>Diseño de una técnica analítica para la determinación de material orgánico y carbonatos en suelos hiperáridos análogos a Marte.</i> Silvia Karina Godínez Palma, Sandra Aguilar, José de la Rosa y Rafael Navarro-González.	19
<i>Mapeo de la cantidad total de agua en Marte</i> Gpe. Vaneza Y. Peña-Cabrera y H.J. Durand-Manterola	19
<i>Radio de Hill para exoplanetas</i> María del Consuelo Romero Sánchez y Héctor Javier Durand Manterola	20
<i>Astrobiología en Baja California</i> Patricia G. Núñez-Pérez y Roberto Vázquez	20
<i>¿Cómo ser astrobiólogo?</i> Antígona Segura	21

Mapas

Localización del Museo de las Ciencias, Universum	22
Diagrama del Museo de las Ciencias, Universum	23

CONFERENCIA MAGISTRAL

So Many Planets to be searched for signals! -- Prospects for future searches

Frank Drake

Carl Sagan Center, SETI Institute
Mountain View, California, USA

It can be argued that the number of habitable planets in the Milky Way is much larger than we have believed in the past. A realistic picture must include the benefits of any thermally insulating layers: deep atmospheres, thick ice layers, even the solid surface itself, all of which can lead to life-supporting surface temperatures. Even the very numerous M-star planets may be rendered habitable by a substantial atmosphere or by an eccentric orbit, which prevents synchronous rotation. The above suggests that the number of habitable planets in the Milky Way is much greater than previously thought.

With this understanding, where do we search and how? All of the Milky Way becomes a suitable search target. This demands a very powerful search system which can search many stars at the same time. The new searches for bright optical laser pulses will be described. The Allen Telescope Array, a system which addresses the new paradigm, and the progress in its construction, will be described.

PLATICAS INVITADAS

Cuatro Ciénegas, laboratorio vivo para la Astrobiología. Un tesoro Mexicano.

Valeria Souza, Laura Espinoza, Ana Escalante, Luisa Falcón, German Bonilla, Ana Noguez, René Cerritos y Luis Eguiarte.

En la actualidad los ciclos biogeoquímicos que regulan la vida en este planeta (CHON, S, P, Fe) son ciclos globales que implican grandes regiones del planeta. Creemos que esta "economía geoquímica global" no siempre fue así, al principio de la diversidad, antes de que la fotosíntesis mediada por cianobacterias creara las condiciones nutricionales actuales del planeta y permitiera la explosión de diversidad eucarionte los tapetes microbianos que formaron los estromatolitos constituyeran comunidades complejas y autosuficientes donde los ciclos biogeoquímicos completos ocurrían localmente. El valle de Cuatro Ciénegas de Carranza Coahuila (CCC), es el humedal más importante dentro del desierto chihuahuense, pues cuenta con más de 200 pozas que difieren sorprendentemente en cuanto a su tamaño, profundidad y composición fisicoquímica en una región árida.

CCC es el único ecosistema relicto del planeta que presenta una cadena trófica compleja asociada a los tapetes microbianos y estromatolitos (Elser et al., 2005; Souza et al., 2006), como ocurrió probablemente antes de la explosión del Cambriano donde la mayor parte de los estromatolitos se extinguieron debido a la gran herbivoría por parte de los primeros invertebrados. Asimismo, sabemos que la microbiota de estos tapetes concentran la mayor parte del nitrógeno, carbono y fósforo del sistema (García Oliva en preparación). No es casual que tengamos un ecosistema acuático relicto en Coahuila ya que CCC y sus valles vecinos representan precisamente el punto donde se abre el super-continente Pangea hace aproximadamente 200 millones de años, marcando con sus yacimientos de Sulfato de Magnesio (yeso) el principio del Jurásico.

Por otra parte, si bien CCC es un sitio idóneo para el estudio de la evolución temprana de la vida, único en el planeta, está ahora en peligro de extinción debido a la expansión acelerada de la producción de alfalfa, por lo que no sólo hay que hacer enormes esfuerzos para conservarlo sino que tenemos que aprender, en el menor tiempo posible, sobre su diversidad, estructura y función, así como sobre el papel que juega la transferencia horizontal de genes en la adaptación y en evolución temprana de la vida.

Hidratos de metano a elevada presión y baja temperatura: implicaciones para la astrobiología

Elva Escobar Briones

Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

La ponencia presentará los resultados más recientes de la exploración de las infiltraciones de metano en fondos abisales del Golfo de México, la relevancia del almacenamiento de metano contenido en asfalto sólido (Fig. 1) a presiones de 30000 kPa, temperatura media de 4o C y las implicaciones para la astrobiología. La importancia de la oxidación bacteriana del metano se ha reconocido de infiltraciones y domos de hidratos del talud continental (5400 kPa, temperatura media 7o C). Ésta es la fuerza principal que sostiene a las comunidades quimiosintéticas y promueve la precipitación del carbonato autigénico que modifica el entorno geológico del fondo marino. El origen del metano proviene ya sea de materiales incorporados en el manto durante la formación de la Tierra por degasificación activa del manto en diferentes épocas geológicas, transportado y liberado como líquidos y gases a la roca porosa de la corteza (1), o bien por desechos biológicos.

La presencia de hidrocarburos -gases, líquidos y sólidos (i.e. hidratos de metano)- en diversos cuerpos celestes apoyan el origen por degasificación y sustentan el origen del metano en la superficie de Titán (2) y su presencia en Urano y Neptuno (3). Las condiciones ambientales de Titán y la Tierra fueron similares hace 4

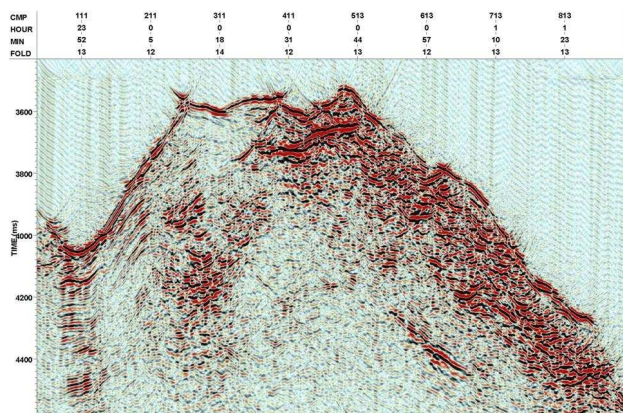


Fig. 1 Imagen de prospección sísmica de la superficie cubierta de metano de un diapiro en la planicie abisal (3000m) del Golfo de México mostrando una caótica hacia el interior resultado de actividad de la infiltración de hidrocarburos- gaseosos, líquidos y sólidos.

mil de millones de años (atmósfera reductora, química orgánica rica y superficie heterogénea), época en la cual la vida se originó en la Tierra (4). En Titán la vida pudo haberse originado durante el periodo más cálido desarrollando estrategias adaptativas para subsistir bajo las condiciones de frío. De persistir, las estrategias y reacciones metabólicas desarrolladas (i. e. hidrogenación catalítica de acetileno de origen fotoquímico, recombinación de radicales creados en la atmósfera por UV) la vida subsistiría con energía hidrotermal. El régimen adiabático-térmico de la Tierra pudo haber permitido la formación de moléculas que pudieron sobrevivir a profundidades de 100 a 300 km bajo la superficie. Degasificación desde esta profundidad explica la asociación entre hidrocarburos con el He (1). La vida pudo sostenerse de compuestos como el CH₃SH (5).

Por otra parte, la presencia de bacterias a 3km por debajo del subsuelo (6) explican el origen del contenido biológico en el petróleo donde el CH₄ sería una fuente de energía en microcámaras selladas (<5 μm), lo cual es de especial interés en el estudio de vida en Marte (7). Estos microorganismos han generado metabolismos exóticos y tasas de crecimiento y reproducción lentas ejemplificadas en archaeas metanógenas que por su supervivencia (9) explican parte del flujo metano de la atmósfera marciana calculado en los modelos de difusivo de $\sim 2 \times 10^5$ a 2×10^9 cm² s⁻¹ atribuible a la presencia de hidratos de metano en saturación en la criósfera (8).

Referencias

1. Gold. 1993. US Geological Survey, 1570: 57
2. Lunine. & Stevenson. 1987 Icarus 70: 61
3. Karkoschka . 1994. Icarus 111(1):174
4. Schulze-Makuch & Grinspoon. 2005. Astrobiology 5 (4): 560
5. Pilcher C. B. 2003 Astrobiology, 3(3): 471
6. Kerr 1997. Science 276(5313): 703
7. Parnell et al. 2002. Astrobiology 2(1): 43
8. Onstott et al. 2006. Astrobiology 6 (2): 377
9. Kendrick & Kral. 2006. Astrobiology 6 (4): 546

Limitaciones de la búsqueda de material orgánico en los análogos de suelos marcianos y sus implicaciones sobre los resultados de la misión Vikingo.

Rafael Navarro-González

Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM

La detección fallida de material orgánico por los experimentos de volatilización térmica (TV) (con y sin degradación térmica)-cromatografía de gases (GC)-MS de la sonda Viking que se posó sobre Marte sugieren una interpretación química más que biológica para la reactividad del suelo marciano.

En esta investigación encontramos que el experimento TV-GC-MS podría ser ciego a niveles bajos de material orgánico en Marte. Hemos conducido una comparación entre el experimento TV-GC-MS y el total de material orgánico para una variedad de análogos del suelo marciano. En los Valles Secos de la Antártica y los desiertos de Libanés y de Atacama encontramos 10-90 μg de carbono refractario o grafitico por gramo de suelos, el cual hubiera sido indetectable para el experimento TV-GC-MS del Vikingo. En suelos que contienen hierro (jarositas provenientes del Río Tinto y el valle Panoche) y un similitud de Marte (palagonita) la oxidación de material orgánico a bióxido de carbono (CO₂) por óxidos de hierro y/o por sus sales, atenúa drásticamente la detección de material orgánico.

La liberación de 50-700 ppm de CO₂ en el análisis del Vikingo usando el experimento TV-GC-MS podría indicar que hubo oxidación de material orgánico. Por lo que la superficie marciana podría tener cantidades de órdenes de magnitud mayores a las del límite de detección del Vikingo. Debido a la simplicidad en el manejo de las muestras, la técnica TV-GC-MS sigue siendo considerada un método estándar para la detección de material orgánico en misiones futuras a Marte. Nuestra investigación sugiere que el diseño de instrumentos futuros para analizar material orgánico en Marte debería incluir otros métodos capaces de detectar vida extinta y/o actual (1).

Referencias

1. Navarro-González, *et al.* 2006. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, 103(44) 16089.

El cráter de impacto Chicxulub y el límite Cretácico-Terciario

Jaime Urrutia Fucugauchi

Instituto de Geofísica, UNAM

juf@geofisica.unam.mx

El cráter de Chicxulub, localizado en el sector noroeste de la península de Yucatán ha sido asociado al impacto meteorítico ocurrido hace unos 65 Ma y a los eventos relacionados al límite Cretácico-Terciario (K/T). El cráter tiene un diámetro aproximado de 200 km y constituye uno de los tres cráteres de mayores dimensiones identificados en el planeta. Su edad mas

joven (los otros dos cráteres datan del Precámbrico) y las características en la zona carbonatada en el sur de México (los otros dos cráteres han sido afectados por actividad tectónica y magmática), han permitido la preservación de la estructura y de las litologías formadas en el impacto. Los estudios sobre el cráter de Chicxulub se relacionan con un amplio rango de investigaciones sobre extinción de organismos, evolución de la vida, impactos de cometas y asteroides, evolución tectónica, geohidrología en ambientes carbonatados, cambios climáticos globales, etc. El impacto de Chicxulub ha sido relacionado a la extinción de más del 65 % de las especies (entre ellas los dinosaurios y las amonitas), marcó el inicio de la era Cenozoica (con la diversificación de los mamíferos) y los eventos que marcan la transición del Mesozoico al Cenozoico. En los últimos años se han llevado a cabo diversos estudios geofísicos y geológicos y programas de perforación en Yucatán, incluyendo los estudios geofísicos (gravimetría, aeromagnetometría, electromagnéticos, sísmica de reflexión y refracción, perforaciones someras y perforación profunda CSDP) en la zona marina y terrestre del cráter. En el proyecto CSDP se perforó el pozo exploratorio Yaxcopoil-1, con recuperación continua de núcleo entre 400 m y 1525 m. Yaxcopoil-1 esta

localizado en el sector interior sur del cráter, en la Hacienda de Yaxcopoil al sur de Mérida. El pozo se ubica entre los pozos Yucatán-6, Ticul-1 y Santa Elena, lo que en conjunto con la información geofísica y los registros geofísicos, permite hacer inferencias sobre la estratigrafía y estructura, la formación del cráter, emplazamiento de las brechas de impacto y los efectos regionales y globales del impacto.

Posibilidades de viajar más rápido que la luz dentro de la relatividad general

Miguel Alcubierre

Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM

En esta charla se describe el problema de la imposibilidad de viajar más rápido que la luz dentro de la teoría de la relatividad. Asimismo, se consideran diferentes posibilidades de superar esta barrera sin violar los principios de esta teoría. En particular, se describen los mecanismos de la propulsión de distorsión y los agujeros de gusano. Se describen las ventajas y desventajas de cada propuesta, así como sus problemas teóricos. Finalmente, se discuten las implicaciones del viaje super-lumínico para la búsqueda de inteligencia extraterrestre.

PRESENTACIONES ORALES

La regulación genética en la evolución temprana de la vida

Irma Lozada-Chávez

Centro de Ciencias Genómicas, UNAM. Correo:

ilozada@ccg.unam.mx

Julio Collado-Vides

Centro de Ciencias Genómicas, UNAM.

La evolución es el resultado de la variación y la selección de los componentes, procesos y la estructura de los organismos a través del tiempo. Como parte de uno de los principales procesos de la vida, la regulación genética, en particular la regulación transcripcional¹, juega un papel prominente en la expresión de la información genética. Su función primaria en los organismos microbianos es permitir que se controle la expresión de los genes en respuesta a los cambios intracelulares y extracelulares, tales como el estado nutricional, la división celular, las relaciones ecológicas y otros varios estreses. Una importante idea que surge con la era de la biología post-genómica es que la regulación genética puede ser vista como una red compleja de interacciones entre diversos tipos de moléculas biológicas, tales como proteínas, RNA¹, DNA¹ y metabolitos (1). De esta forma, la unidad básica de la interacción regulatoria transcripcional consiste de tres componentes: una proteína conocida como *a*) factor de transcripción (TF), reconoce un *b*) sitio específico en el DNA (bsDNA), para regular a un *c*) gen (TG). La colección total de tales interacciones regulatorias (TF → bsDNA → TG) en un organismo se ha conceptualizado como la Red Regulatoria Transcripcional (TRN) (2). A partir de estas redes, podemos entender los principios generales de la regulación genética para el desarrollo de la vida en uno y diversos ambientes.

Con el objetivo de entender sobre la evolución de las redes regulatorias en bacterias, se estudió la conservación de las TRNs experimentalmente conocidas de dos bacterias ecológicamente distintas *Escherichia coli* K12 y *Bacillus subtilis* a través de los 3 dominios de la vida: Bacteria, Archaea y Eukarya. Por medio de métodos bioinformáticos, se predijeron estas TRNs en 200 genomas completamente secuenciados desde tres diferentes enfoques: componentes individuales (TFs y TGs), pares de interacciones (TF+TG) y *regulones* (grupos de TGs regulados por un mismo TF).

Se encontró que las proteínas reguladoras (TFs) se pierden mucho más rápido que los genes regulados (TGs) conforme aumenta la distancia filogenética de las bacterias. Mostramos que los reguladores globales (GRs)

están pobremente conservados en Bacteria y Archaea, y de ahí, que los TFs podrían ser los principales elementos responsables para la plasticidad y evolucionabilidad de la regulación genética. También se demostró que hay sólo una pequeña fracción de interacciones regulatorias conservada entre los diferentes grupos bacterianos y que no hay restricción sobre los elementos de la interacción para co-evolucionar. De igual forma, se demostró que la mayoría de los *regulones* han cambiado rápidamente con la distancia filogenética en bacterias, lo cual implica una jerarquía más alta en la flexibilidad de las TRNs. Es posible inferir que sólo la regulación genética (transcripcional) de procesos celulares esenciales como: la síntesis de arginina, biotina y ribosa, transporte de aminoácidos y hierro, disponibilidad de fosfato, procesos de replicación y la respuesta a SOS han sido bien conservados en la evolución desde el último ancestro común de las bacterias.

De esta forma, a través de millones de años la estructura y complejidad de la regulación genética en las bacterias ha sido extensivamente cambiada y reorganizada para poder adaptarse a casi cualquier nicho ecológico sobre la Tierra. Perspectiva que no debe ser diferente para los primeros sistemas celulares con una estructura DNA → RNA → Proteínas. Ya que mientras la evolución ha conservado componentes genéticos (i.e. metabolismo) para el sustento de los sistemas vivos, también ha sido partícipe de la adaptación (i.e. regulación) de estos componentes a una gran variedad de ambientes terrestres, de no menor diversidad incluso, desde el origen de la vida.

Referencias

1. Oltvai Z.N. and Barabasi A.L. 2002, *Science* 298(5594), 763.
2. Lozada-Chávez I. et al. 2006, *Nucleic Acids Research* 34(12), 3434.

**El metabolismo terrestre y los cambios climáticos
Un sistema bio-geo-físico-químico autorregulado**

José Ramón Hernández Balanzar

Instituto de Ciencias Nucleares. UNAM

René Garduño L.

Centro de Ciencias de la Atmósfera. UNAM

Desde el primer momento de la formación de la Tierra se han observado innumerables cambios que van desde la estructura y forma física hasta la composición química y biológica que se ha desarrollado en ella. El clima dentro de nuestro planeta ha fluctuado y tenido cambios, en ocasiones cíclicos de diversa duración y cuya índole no es plenamente conocida. Mediante el mecanismo de la circulación atmosférica general, las variaciones climáticas se extienden por todo el planeta, las consecuencias se manifiestan en todas partes y dejan su huella en las rocas y los suelos, los sedimentos y los arrecifes de coral, las esporas y el polen encerrados en viejos depósitos, y en los anillos de los árboles. Hace

¹ **Transcripción.** (Transcripción del DNA) Es el proceso a través del cual una secuencia-cadena de DNA (DeoxyriboNucleic Acid) es enzimáticamente copiada por una RNA polimerasa para producir una secuencia-cadena de RNA (RiboNucleic Acid) complementario. O, en otras palabras, es la transferencia de la información genética de DNA a RNA, para después de ello dar paso a la formación de proteínas.

relativamente poco se han estudiado *núcleos de hielo* extraídos de los glaciares como un indicador más del cambio climático que se ha presentado en el pasado. Entender los mecanismos que suceden o regulan lo que llamamos el metabolismo de la Tierra (1), nos vislumbrará el camino para conocer y profundizar sobre las posibles formas de vida en otros planetas. Se presentará un análisis comparativo de los registros paleoclimáticos de Vostok en la Antártida de los últimos 420 mil años (2), en particular del archivo climático registrado en un núcleo de hielo que consiste en registros de temperatura (T), bióxido de carbono (CO₂) y metano (CH₄) con datos actuales de estas mismas variables. Presentar también una estimación de la concentración de estos gases y de la temperatura para los próximos cien años. En particular este trabajo aborda un tema con características de interdisciplinariedad en general: El clima de nuestro planeta, el estudio de los climas del pasado para poder entender los cambios naturales y *antropógenos* que la Tierra ha experimentado a lo largo de su historia; así como los posibles escenarios futuros. Debido al inmenso número de variables naturales y de orden antropógeno que inciden en el fenómeno del cambio climático, llevan desde luego un grado de incertidumbre en cuanto al pronóstico del aumento de la temperatura en el corto y mediano plazo. En general, se habla de un ascenso que puede oscilar entre 1 y 5 °C para la segunda mitad del presente siglo (3). Un cambio de esta naturaleza no se ha experimentado a lo largo de la historia del hombre. Sin duda que el cambio climático constituye hoy, uno de los retos más importantes al que la humanidad se enfrenta. Hace apenas tres décadas este fenómeno era una cuestión prácticamente desconocida para la mayoría de la población, la sociedad en general y los gobiernos no mostraban interés por este fenómeno. A principios de los años ochenta del siglo XX surgió una oleada de investigaciones en diversos campos y disciplinas importantes, como la meteorología, la geografía, la economía, la ecología, la sociología, el derecho internacional, y muy recientemente como sistema dinámico complejo. De ahí la importancia que esto ha ocasionado entre los científicos en una búsqueda interdisciplinaria por comprender mejor el clima, y por ende a nuestro planeta.

Referencias

1. Steffen W, 2000. IGBP Newsletter. 41, 9
2. Petit J.R. et al., 1999. Nature 399, 429.
3. IPCC, 2007. Climate Change 2007: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

Zona de habitabilidad galáctica en Andrómeda

Sofía Meneses-Goytia y Leticia Carigi
Instituto de Astronomía, UNAM

Se presenta la zona de habitabilidad galáctica (GHZ) en la galaxia de Andrómeda, donde existe la posibilidad de encontrar sistemas planetarios con

suficiente elementos químicos para formar planetas tipo Tierra que puedan albergar vida.

A partir de un modelo de evolución química dicha zona es encontrada y restringida con condiciones de desarrollo de vida, tal como supervivencia a estallidos cósmicos y a migración de planetas gigantes. La GHZ de Andrómeda se encuentra ubicada en el disco galáctico y consiste en un anillo entre 4 y 25 kpc y edades menores a 11 Gigaños (1).

Dicha GHZ es comparada con aquella encontrada para nuestra galaxia (2), concluyendo que en Andrómeda la zona en donde se podrían encontrar planetas tipos terrestre con vida es mucho más amplia que en nuestra galaxia.

Referencias

1. Meneses-Goytia, S. 2006, Tesis de Licenciatura, Facultad de Química, UNAM
2. Lineweaver, C. H., Fenner, Y., Gibson, B. K. 2004, Science 303, 59

Dinámica de sistemas planetarios en diferentes ambientes galácticos

Barbara Pichardo

Instituto de Astronomía, UNAM

Desde el punto de vista dinámico, los sistemas planetarios y protoplanetarios resultan entidades físicas frágiles, es decir, interacciones gravitacionales con estrellas cercanas producen cambios significativos en los parámetros orbitales (excentricidades, inclinaciones, pericentros, apocentros, etc.) de planetas y cuerpos en general como cinturones de Kuiper, asteroides y nubes de Oort, que conforman estos sistemas. En particular nuestro sistema planetario no ha sufrido recientemente algún tipo de interacción cercana, hablare de las razones que nos conducen a creer que el sistema Solar sufrió en el pasado lejano algún tipo de interacción probablemente en la nube que le dio origen.

El ambiente en el que se encuentra el Sol actualmente es muy diferente al de otras partes de la Galaxia o al de otras galaxias. Sistemas planetarios en diferentes ambientes de una Galaxia (bulbo, halo estelar, cúmulos globulares y abiertos, etc.) o en diferentes tipos de galaxias (espirales tempranas, tardias, elípticas) están sometidos a ambientes cuyas densidades estelares pueden producir condiciones orbitales extremas en los discos planetarios, tales como altas excentricidades con cortos pericentros que resultarían en dificultades serias para la habitabilidad de esos planetas.

El objetivo de este trabajo, es el estudio del efecto orbital de diferentes ambientes de la galaxia (y de otras galaxias) en un sistema planetario. Para este propósito hemos comenzado a construir una serie de herramientas computacionales que simulan un disco de partículas bombardeado por los pasos consecutivos de estrellas a las masas, velocidades y densidades de diferentes ambientes de la Galaxia. El estudio que proponemos se encuentra

aún en una etapa preliminar, presentaremos algunos resultados iniciales de este trabajo.

**Discos en transición alrededor de enanas café:
¿evidencia de formación planetaria?**

Lucía Adame

Instituto de Astronomía, UNAM

Paola D'Alessio

Centro de Radioastronomía y Astrofísica, UNAM

Las enanas café son objetos subestelares con masa insuficiente para iniciar el quemado estable de hidrógeno, como las estrellas. Independientemente del mecanismo de formación (i.e., eyección de un embrión estelar (1) o como una estrella, vía colapso gravitacional (2)), las enanas café jóvenes comparten una característica con las estrellas jóvenes: poseen discos de polvo a su alrededor.

Usando observaciones del Telescopio Espacial Spitzer, hemos encontrado dos discos en transición alrededor de enanas café jóvenes (2,3). En dichos discos, algún mecanismo está limpiando de polvo las regiones más internas de los discos, lo cual podría ser un indicio de que se está iniciando la formación de pequeños planetas alrededor de las enanas café.

Si es así, la formación de planetas no estaría restringida únicamente a ocurrir en discos alrededor de estrellas, sino también en discos alrededor de enanas café.

Referencias

1. Bate et al. 2003, MNRAS, 339, 577.
2. Luhman, Adame, D'Alessio et al. 2007, enviado.
3. Muzerolle, Adame, D'Alessio et al. 2006, ApJ, 643, 1003.

**Simulaciones hidrodinámicas en 3D del exoplaneta
HD209458b: un modelo de absorción**

Pablo F. Velázquez, Matías Schneider, Alejandro Esquivel

Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM

Xóchitl Blanco Cano

Instituto de Geofísica, UNAM

Alejandro C. Raga

Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM

Este exoplaneta fue uno de los primeros descubiertos por transitar delante de su estrella y producir una disminución en la luminosidad de ésta (1999). Debido a su tránsito se determinó que tiene una masa de 0.657 la masa del planeta Júpiter siendo un poco mayor que éste, con un radio igual 1.32 veces el radio joviano. La particularidad que tiene es que su radio orbital es de sólo 0.045 Unidades Astronómicas y que su año dura solamente 3.554 días.

En Lyman alfa, este exoplaneta produce una absorción mayor que en el visible, del orden del 15%. Si sólo se hubiera tenido en cuenta estas observaciones, hubiera arrojado un tamaño 3.2 veces mayor que el previamente reportado.

Antes de que se descubriera este tipo de exoplanetas, se especulaba que gigantes gaseosos como Júpiter que orbitaran cerca de su estrella podrían tener una atmósfera "extendida" (1) debido a la evaporación de la misma, semejando la cola de un cometa. Por eso a HD209458b se lo denomina un cometa planetario (2,3).

En este trabajo, presentamos simulaciones hidrodinámicas en 3 dimensiones con muy buena resolución espacial de un exoplaneta trasladándose alrededor de su estrella en una órbita circular. Las simulaciones fueron llevadas a cabo con el código de red adaptiva Yguazú (4,5). En estas simulaciones se modela la pérdida de atmósfera del exoplaneta como un viento tenue, el cuál interactúa con el viento de la estrella central. Como resultado de la interacción entre ambos vientos y el movimiento orbital, se forma una extensa cola. Luego analizamos como esta cola absorbe la emisión de la estrella central como función de la pérdida de masa del exoplaneta. A diferencia de trabajos previos, nosotros encontramos que existe una cota máxima para la pérdida de masa del exoplaneta, la cuál permitiría que este tipo de sistema sea más estable temporalmente.

Referencias

1. Schneider & Rauer. 1998, ASP Conf. Ser., 134, 241.
2. Vidal-Madjar et al. 2003, Nature 422, 143.
3. Brown et al. 2001, Astrophysical Journal 552, 699
4. Raga et al. 2000, Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica 36, 67.
5. Raga et al. 2002, Astronomy & Astrophysics 392, 267.

**Estudio químico y microbiológico del desierto de La
Joya, Arequipa – Perú como un posible análogo a
Marte**

Julio E. Valdivia-Silva y Rafael Navarro-González
Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional
Autónoma de México
Christopher McKay
Ames Research NASA, Moffett Field, California, USA.

Recientemente estudios realizados en nuestro laboratorio han demostrado fallas en las técnicas para la detección de materia orgánica por la Misión Vikingo en los años 70s, que llevó a descartar la presencia de vida en el planeta Marte. Esto ha retomado nuevamente su importancia como un posible sistema extraterrestre que puede o pudo en algún momento de su historia albergar organismos vivos. El estudio de análogos terrestres que puedan imitar algunas de las condiciones extremas existentes en Marte como hiperaridez, bajas temperaturas, baja presión atmosférica, ausencia de agua líquida, actividad de agua ~0.83, suelos oxidantes y alta radiación UV, pueden ayudar a comprender fenómenos pasados y presentes en ese planeta. Es así, que la zona hiperárida de Yungay ubicada en el desierto de Atacama al norte de Chile ha demostrado tener características interesantes muy similares al planeta rojo con respecto a su baja cantidad de materia orgánica, suelos oxidantes y ausencia macroscópica de organismos vivos.

El presente trabajo pretende demostrar que la zona de La Joya, ubicada en la ciudad de Arequipa al Sur-Oeste del Perú, es también, otro núcleo hiperárido comparable a Yungay en cuanto a sus condiciones químicas, climáticas y biológicas, además de poseer otras características propias como la presencia de microclimas y variaciones abruptas hacia zonas menos áridas a corta distancia.

Resultados previos demuestran condiciones climáticas extremas como lluvias entre 2 y 10mm/año, mayores aportes de precipitación durante fenómenos del Niño a ~20mm/año, temperaturas de 25- 30°C en aire y 50°C en roca durante la mañana y de hasta -5°C en la noche. Químicamente se observa cantidades promedio de material orgánico de 19.97µg/g vs 25.26µg/g (ambos ~0.5 x 10⁻³ %C/g suelo) encontrado en Yungay por técnicas de oxidación correlacionado directamente con baja abundancia de Benceno por técnicas de pirólisis-CG-EM. También se demuestra la existencia de zonas con altos depósitos de carbonatos como mayor fuente de carbono total, suelos con pHs ácidos - neutros (5.5 – 7), humedad entre 1 a 1.5%, densidades absolutas de 2.27 a 2.5 g/L, bajo contenido de arcillas, y alta actividad oxidante evaluada con mezclas de suelo y masa bacteriana expuesta a experimentos de degradación térmica-EM (TEGA). Mineralógicamente están en proceso estudios de micromorfología por láminas delgadas, microsonda y difracción de Rayos X. Estudios microbiológicos muestran escasa presencia bacteriana cuantificada por técnicas moleculares de PLFA y PCR en tiempo real (10² – 10⁴ bacterias/g de suelo). Están en proceso experimentos por observación directa en microscopia de Fluorescencia mediante marcado de DNA con DAPI. Finalmente la actividad oxidante biológica será evaluada con técnicas de intercambio de gases marcados isotópicamente similares a los usados por el Vikingo. La correlación final de presencia bacteriana y el estudio del entorno dará luces de microambientes de suelo preferidos por organismos vivos en ambientes hiperáridos.

Conclusiones preliminares indican que las Pampas de La Joya, Arequipa Perú constituyen un núcleo hiperárido con condiciones similares a Yungay y presenta características únicas que pueden extrapolarse a Marte.

Referencias

1. McKay C, et al. 2003, *Astrobiology* 3(2), 393.
2. Navarro-Gonzalez R, et al. 2003, *Science* 302, 1018.
3. Navarro-Gonzalez R, et al. 2006, *PNAS* 103, 16089.
4. Berkley JL, et al. 1981, *Icarus* 45, 231.
5. Fletcher L, et al. 2007, Enviado a *J Geophys Res*.

Determinación de material orgánico en el suelo del desierto de Atacama-Chile (un posible análogo de Marte) por cromatografía de gases- masas.

José de la Rosa, Silvia Godínez, Sandra Aguilar y Rafael Navarro-González.

Laboratorio de Química de Plasmas y Estudios Planetarios, Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México
delarosa@nucleares.unam.mx

En la década de los setentas, las misiones espaciales Vikingo se posaron sobre la superficie de Marte con el propósito de confirmar la existencia pasada o presente de vida. Las pruebas biológicas reportaron una actividad microbiana controvertida y la química que buscaba detectar restos de material orgánico en la superficie por medio de la técnica acoplada de pirólisis-cromatografía de gases-espectrometría de masas (Pi-CG-EM) no detectó la presencia de ningún tipo de molécula compleja que diera evidencia de vida. Los resultados obtenidos fueron entonces fuertemente cuestionados y se concluyó que la superficie marciana era un desierto frío estéril y de naturaleza oxidante en donde la radiación ultravioleta satura la superficie. Desafortunadamente las técnicas empleadas en las misiones fueron probadas y calibradas en suelos terrestres con condiciones totalmente diferentes a las encontradas por los Vikingos en Marte, por lo que pudieron haber sido erróneas para buscar vida presente o pasada en el planeta rojo (1) Por lo anterior es necesario buscar sitios en la Tierra cuyas condiciones ambientales, características geológicas, atributos biológicos o una combinación de estas se aproxime en alguna forma a aquellas esperadas u observadas en dicho planeta, con la finalidad de probar y calibrar los equipos analíticos que se emplearán en futuras misiones al Planeta Rojo. Al repetir los experimentos realizados por las misiones Vikingo en Marte en sedimentos del desierto de Atacama en el norte de Chile descubrimos que dicho lugar es un buen análogo del suelo marciano (2). En Atacama las condiciones Áridas han prevalecido entre 10 y 15 millones de años, lo cual lo hace ser el desierto más árido y viejo del mundo, en donde las temperaturas oscilan entre los -5 y 20°C. La importancia del estudio de dicha zona del planeta se debe a que es un lugar extremadamente seco en donde la incidencia de luz ultravioleta es grande, no hay presencia de vida microscópica o microscópica y hemos detectado la presencia de fuertes oxidantes.

En este trabajo presentamos resultados preliminares obtenidos de implementar una técnica alternativa a la de Pi-CG-EM para determinar el contenido de material orgánico en el suelo del desierto de Atacama, por oxidación en vía húmeda por permanganato y la posterior separación identificación y cuantificación del dióxido de carbono generado por medio de la técnica de cromatografía de gases-masas. Esta técnica también nos permite determinar el contenido de carbonatos, así como el origen abiótico o biótico del dióxido de carbono generado a partir de los carbonatos y material orgánico por medio de un espectrómetro de masas de isótopos estables.

Referencias

1. Navarro-González, *et al.* 2006. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, 103, 44, 16089.
2. Navarro-González *et al.*, 2003, *Science* 302, 1018.

Análisis estadístico de algunas variables climáticas para estudio del efecto de la temperatura sobre la línea de árboles de una montaña

Luis Cruz-Kuri

Instituto de Ciencias Básicas, Universidad Veracruzana
kruz1111@yahoo.com.mx

Introducción

En nuestro planeta, se encuentran regiones a bajas latitudes donde la temperatura oscila alrededor de 0° C a grandes altitudes: estos son los *ambientes tropicales alpinos*. Un ejemplo, lo constituye el Pico de Orizaba (19° N). A medida que la altitud aumenta, ciertas condiciones ambientales, *e.g.*, la temperatura y la presión atmosférica, rápidamente decrecen de tal manera que los organismos se deben adaptar a estas hasta que alcanzan sus límites fisiológicos de tolerancia. Un ejemplo claro de esto lo constituye la *línea de árboles* en los gradientes termales que representan una transición abrupta en la dominación de formas de vida; son líneas más allá de las cuales los tallos aislados y las copas altas o bien ya no pueden desarrollarse o bien se vuelven desventajosas o inalcanzables. La posición de las líneas de árboles depende de una manera importante sobre la temperatura del suelo. Se tiene evidencia empírica que apoya la visión de las líneas de árboles como fronteras termales para el crecimiento y los procesos de formación. Las partes altas de las montañas, constituyen algunos de los ambientes donde la vida está limitada por la severidad de las condiciones climáticas.

Objetivo

Determinar de qué manera el factor temperatura del suelo se relaciona con otras variables climáticas alrededor de las líneas de árboles y encontrar patrones de comportamiento, así como establecer contrastes espaciales y temporales.

Métodos

Se seleccionaron varias ubicaciones (estaciones meteorológicas) en la montaña, dentro, por debajo y por arriba de las líneas de árboles de la cara Sur y Norte del Pico de Orizaba. La altitud de las estaciones varió desde 2926 m hasta 4474 m. En cada estación se instalaron varios tipos de registradores (*loggers*) con sensores para medir temperatura del suelo a varias profundidades, temperatura del aire, humedad relativa, etc. Para los análisis que corresponden al presente trabajo, se utilizaron programas de cómputo estadístico. Los procesamientos que se utilizaron son de tipo exploratorio multivariado, mostrando tanto patrones directos reales como indirectos.

Resultados

Se encontraron varios patrones de periodicidad, al menos desde la perspectiva de correlaciones cruzadas de

series de tiempo. Para establecer la presencia real de tales patrones se debe proceder con precaución. Asimismo, se encontraron otros tipos de patrones más complejos, los cuales de alguna manera también exhiben comportamientos periódicos o casi-periódicos.

Conclusiones

Los análisis estadísticos de algunos de nuestros archivos de datos sugieren la presencia de patrones de periodicidad o casi-periodicidad, uno de los cuales podría ser semanal (con las correspondientes implicaciones antropológicas, en caso de ser establecido, en una manera análoga a lo que ya ha sido reportado para las ciudades).

Estudio edáfico del Pico de Orizaba desde un punto de vista astrobiológico

Paola Molina y Rafael Navarro-González

Laboratorio de Química de Plasmas y Estudios Planetarios, Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México

La vida en la Tierra ya estaba presente hace unos 3.5 millones de años y se especula que en ese entonces ya se llevaba a cabo fotosíntesis por cianobacterias. Las evidencias geológicas indican que entre 3.5-4.0 mil millones de años las condiciones climáticas en la Tierra y Marte era similares, con gran actividad volcánica, una atmósfera densa y tibia y con la presencia de agua líquida (1).

La Tierra junto con sus vecinos (Venus y Marte) ha tenido historias evolutivas relativamente similares, por lo que se cree que Marte tuvo grandes posibilidades de albergar vida a pesar de que hoy en día muestra un paisaje desértico y sin vida. El objetivo de las más recientes misiones especiales están encaminadas a encontrar vestigios de vida en la superficie del planeta. De no hallarse tales rastros, se tiene contemplado restablecer las condiciones de habitabilidad tal como las conocemos en la Tierra, es decir, que Marte tenga una atmósfera más densa, agua líquida y por tanto una temperatura superior a la actual. Para ello se tendrían que liberar gases de tipo invernadero como el dióxido de carbono (CO₂) para lograr el calentamiento del planeta y que este a su vez, al ir incrementando su temperatura vaya liberando el agua que se encuentra congelada en el interior. Termodinámicamente este proceso podría tardar 100000 años, sin embargo bajo estas condiciones sólo algunos microorganismos, plantas e invertebrados podrían vivir por los altos índices de CO₂, siendo además que la presión atmosférica sería muy reducida (1,2)

A pesar de ello se sabe que cierto tipo de algas fotosintéticas pueden sobrevivir en ambientes de CO₂ puro y algunas plantas superiores también podrían adaptarse a estas condiciones, además podrían disminuir los altos índices de CO₂ e incrementando los niveles de oxígeno en la atmósfera marciana, por lo que se requiere estudiar especies que puedan sobrevivir bajo este tipo de ambientes y puedan hacer de Marte un lugar habitable para los seres humanos (3). Uno de los lugares que ha despertado gran interés es el Pico de Orizaba en este de

localiza uno de los bosques más altos del mundo (cerca de los 4400 msnm), donde las condiciones son extremas por la baja presión atmosférica, la alta exposición a la luz ultravioleta y temperaturas bajas.

El presente trabajo pretende estudiar las condiciones físico-químicas del suelo en las que habitan comunidades bacterianas fijadoras de nitrógeno, además de las condiciones mínimas requeridas para su sobrevivencia. Los resultados preliminares indican la existencia de actividad biológica en la línea boscosa aun en las condiciones arriba mencionadas. Se observa, además, un alto contenido de materia orgánica por encima y por debajo del bosque. Actualmente se realizan estudios de ICP-MS para determinar elementos importantes como Molibdeno (Mo) y vanadio (V) pues estos son necesarios para la fijación de nitrógeno por medio de bacterias,

Referencias

1. Mckay, Chris P. 1997 Origins of Life and Evolution of the Biosphere 27, 263.
2. Graham, J. M. 2004, Astrobiology 4
3. Mckay, Chris P and Marinova M.M. 2001, Astrobiology 1.

Estudio de los radios isotópicos de nitrógeno en el límite superior del bosque en el Pico de Orizaba, su posible impacto en la distribución altitudinal de las coníferas y su importancia como variable en la terraformación de Marte

Cruz Lozano Ramírez y Rafael Navarro González.

Laboratorio de Química de Plasmas y Estudios Planetarios, Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México

Desde tiempos remotos ha existido el interés por conocer los factores que influyen en la distribución de la flora. Actualmente sabemos que entre éstos los más importantes son la humedad, la temperatura, los elementos edáficos, la luz, las comunidades microbianas en el suelo, la altura, entre varios más. El volcán Pico de Orizaba es particularmente interesante porque es la cima donde el bosque crece a mayor altura sobre el nivel del mar en el mundo (1). Aquí la línea de árboles alcanza los 4400 msnm, siendo la especie *Pinus hartwegii* la colonizadora a esta altura. Las condiciones para el establecimiento de nuevas plántulas son especialmente difíciles, baja temperatura, escasa humedad, gran radiación, atmósfera delgada son variables a considerar. Sin embargo, una variable que pudiera ser importante es la cantidad de compuestos nitrogenados que se encuentran en el suelo (2,3,4). Es bien sabido que el N es un elemento indispensable para el establecimiento y buen desarrollo de los vegetales, es posible que en el Pico de Orizaba sea el N el elemento que determine la altura a la que se establece la línea superior de árboles.

Aunque la atmósfera posee una gran cantidad de nitrógeno, éste no está disponible para los organismos. Son las bacterias fijadoras las que hacen esto posible.

Creemos que a la altura en que la fijación de N se colapse deberá coincidir con la línea superior de los árboles.

Los dos isótopos estables del N no son igual de abundantes y se comportan de diferente manera, se pretende aprovechar la diferencia natural de la abundancia del ^{15}N vs el ^{14}N en el suelo y en la atmósfera. El N del suelo se enriquece continuamente de ^{15}N debido a la pérdida selectiva de ^{14}N a través de procesos tales como la volatilización/desnitrificación del NH_3 , en el suelo la emisión gaseosa a través del follaje, no obstante la toma selectiva de ^{14}N por parte de las plantas. Inversamente, el ^{15}N de la atmósfera, más pesado, está siendo incorporado en la materia orgánica del suelo y retenido selectivamente debido a su masa. Como resultado, el suelo se enriquece con ^{15}N (5).

A fin de poder medir la relación isotópica del N se usarán cromatografía de gases y espectrometría de masas de alta resolución.

En este trabajo se pretende determinar en que condiciones y en que proporción se fija N_2 y si esto es un factor que incida en el establecimiento del bosque. Asimismo estos resultados pudieran ser de utilidad para el proceso de terraformación en Marte en virtud de que las condiciones extremas en el Pico de Orizaba asemejan en cierta medida a las encontradas en ese planeta.

Referencias

1. Cruz-Kuri *et al.* First Steps in the Origin of Life in the Universe. 2001. Ed. Chela-Flores *et al.* Kluwer Academic Press. 293-301.
2. Richardson and Bond. 1991. The American Naturalist. 137 (5), 639.
3. Leuschner. 2000. Ecology. 81 (5), 1425.
4. Vitousek. 1999. Ecosystems. 2. 505-510.
5. Beschker and Middelburg. 2002. FEMS Microbial Ecology. 40. 85-95.

Intercambio probable de microorganismos entre la Tierra y Marte inducido por impactos

José Luis García Martínez

Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM

Fernando Ortega Gutiérrez

Instituto de Geología, UNAM

La presencia de meteoritos marcianos en las colecciones terrestres dan testimonio de un intercambio constante de materia entre los dos planetas. Este intercambio persistente de meteoritos no es circunstancial, pues ambos planetas conviven cotidianamente con miles de asteroides potencialmente impactores, más una cantidad igualmente importante de cometas. Estos objetos eventualmente colisionan con los planetas, sin embargo, algunos de estos impactos son tan severos que son capaces de lanzar proyectiles a velocidades que superan la velocidad de escape del planeta impactado, lo cual permite la exportación de material a los planetas vecinos en forma de meteoritos. Algunas de estas rocas, sobre todo las terrestres, pueden albergar microorganismos capaces de sobrevivir la jornada de un planeta a otro.

Referencias

1. Melosh, H. J. 2003, *Astrobiology* 3(1), 207.
2. Gladman, B. 1997, *Icarus* 130, 228.

Tipos de vida exóticos y el concepto de zona habitable

Héctor Javier Durand Manterola

Departamento de Ciencias Espaciales, Instituto de Geofísica, UNAM

Recientemente se ha empezado a considerar seriamente la posibilidad de que existan tipos de vida exóticos en ambientes también exóticos (1) como son la vida basada en elementos distintos del carbono (boro, azufre, silicio, etc.) o bien tipos de vida basadas en un solvente diferente del agua (metano, amoníaco, metanol, etc.) La posibilidad de que existan estos tipos de vida y la posibilidad de que exista vida de tipo “normal” (basada en el carbono y como solvente el agua) en mundos como la luna Europa, la cual se encuentra fuera de la Zona Habitable (ZH), ponen en duda la utilidad del concepto de ZH. En este trabajo se analizan las distintas posibilidades para tratar de expandir el concepto de ZH.

En la definición de ZH va implícita la necesidad de que en esta el agua se mantenga líquida. Pero si ya no hablamos de agua como solvente “vital” entonces la necesidad de mantener líquido este nuevo solvente, aunque no redefine el concepto de ZH, si cambia los valores de sus límites interno y externo. Esto nos lleva a la posibilidad de que en un mismo sistema solar pudiéramos hablar de Zonas Habitables (ZsHs) y no nada más de una ZH.

Por otro lado consideremos cuerpos planetarios tipo Europa. En estos cuerpos su fuente de energía que les permite mantener líquida el agua (o el solvente que sea) y proveer a los seres vivos no es el calor de la estrella central del sistema, sino fuentes radiogénicas internas y/o fuerzas de marea. Para este tipo de mundos la definición de ZH no tiene sentido ya que estos cuerpos pueden estar prácticamente en todo lugar.

Por lo tanto se concluye que el concepto de ZH es útil cuando se tienen ecosistemas que toman su energía de la estrella central aunque quizás sería necesario hablar de ZsHs en lugar de ZH.

Por otro lado el concepto de ZH es completamente inútil si consideramos ecosistemas cuya energía proviene de fuentes ajenas a la estrella central.

Referencias

1. Schulze-Makuch, D y L.N. Irwin 2004 *Life in the Universe*. Ed. Springer

Detección de planetas habitables alrededor de otras estrellas

Antígona Segura

Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM

Hasta ahora todos los planetas que hemos detectado son muy grandes y muy cercanos a su estrella como para ser habitables. Sin embargo, una nueva generación de instrumentos puede permitirnos encontrar

planetas tan pequeños como la Tierra e incluso detectar vida en ellos.

La caracterización de mundos habitables requiere del conocimiento de los compuestos generados por la vida que pueden ser identificados remotamente en planetas alrededor de otras estrellas. Estos compuestos se llaman bioseñales y su abundancia depende de la interacción entre los procesos geológicos del planeta, los organismos vivos y la radiación recibida por la atmósfera del planeta. A partir del estudio de los compuestos generados por la vida en la Tierra en diferentes épocas de su historia se está construyendo una base de datos con espectros de planetas con distintas características. Estos espectros servirán planear los instrumentos que pretenden detectar vida en otros planetas y permitirán el análisis de los resultados obtenidos por estas misiones.

En esta plática se presentarán las misiones que pueden detectar y caracterizar planetas en otras estrellas y las señales que se esperarían detectar en un planeta con vida localizado en la zona habitable de una estrella.

Antecedentes de la propuesta Agencia Espacial Mexicana “AEXA”

José de la Herrán

Dirección General de Divulgación de la Ciencia, UNAM

Ante la inminencia de lanzamientos hacia el espacio exterior por parte de los países en ese entonces en intensa competencia espacial y ante el anuncio de que 1958 sería el Año Geofísico Internacional, un grupo de mexicanos se reunieron en 1955, para constituir la que se llamó la Sociedad Mexicana de Estudios Interplanetarios, A. C. “SOMEI”, para los fines que todos podemos imaginar.

Dos años después, los soviéticos en Octubre y Noviembre sorprenden al mundo con sus lanzamientos, seguidos en Enero de 1958 por los Estados Unidos.

La.002000 SOMEI, cuyo presidente era el Ing. Carlos Núñez A. y por iniciativa del Ing. Walter Buchanan, entonces Secretario de Comunicaciones, se propuso construir y lanzar cohetes impulsados por alcohol etílico y oxígeno líquido de los cuales el SCT-1 y el SCT-2 lograron buenos resultados.

También por iniciativa del Ing. Buchanan y con la aprobación del Presidente López Mateos, se constituyó la “Comisión Nacional del Espacio Exterior” cuyo decreto se publicó en el Diario Oficial en Agosto de 1962. Con dicho decreto, México aparecía oficialmente en el concierto de las naciones como un país progresista e interesado en estar presente en la Era Espacial que acababa de nacer.

Paralelamente, el Dr. Modesto Seara Vázquez y la Dra. Ruth Gall de la UNAM, impulsaban en sus respectivas disciplinas la importancia que tendría para México la Astronáutica desde los puntos de vista científico, legal, industrial y comercial y la necesidad de que nuestro país formara un cuerpo de científicos, juristas y tecnólogos conversantes con los últimos desarrollos a nivel mundial aplicables en nuestro país, resaltando la

posibilidad de llegar a toda la república con la educación en todos sus aspectos y con la rapidez que la nueva tecnología desarrollaría en el futuro cercano.

La Comisión Nacional del Espacio Exterior, creada en 1962 tuvo un fuerte impacto inicial, pero una muy corta vida; efectivamente, el gobierno mexicano disolvió en 1977 dicha Comisión sin explicar causa alguna. El Ing. Padilla Segura, entonces Secretario de la SCT, declaró en una entrevista: “Yo defendí su existencia, pero me vi obligado, contra mi voluntad, a suspender esa labor de experimentación...”

Años después, se colocaban en órbita geosincrónica los primeros y después los segundos satélites mexicanos sin que México tuviese una representación oficial y no es sino hasta 2006 que, gracias a la excelente gestión realizada por Fernando de la Peña y sus colaboradores, que se lanza la iniciativa de Ley para la creación de la Agencia Espacial mexicana “AEXA”, iniciativa que es aprobada por la Cámara de Diputados, pasando a la Cámara de Senadores para su estudio y aprobación, etapa en la que se encuentra actualmente.

Quiero señalar el gran impulso que la Facultad de Ingeniería de la UNAM, a través de su ExDirector el Ing. Gerardo Ferrando Bravo y del Dr. Salvador Landeros, han proporcionado para apoyar la formación de dicha Agencia.

Para ello, han organizado en la Facultad una serie de reuniones con un importante grupo de eminentes personalidades con objeto de apoyar a los señores Senadores en los temas de sus especialidades y así contribuir al buen resultado de la gestión.

La información más reciente se refiere a la extensión del plazo para la resolución de este asunto; se espera que para el mes de Abril próximo, el pleno del Senado tome una decisión respecto a la creación de la AEXA. Estaremos pendientes para apoyar su formación.

¿Vale la pena la búsqueda de inteligencia extraterrestre?

Carlos Ochoa

Facultad de Ciencias, UNAM

La idea de la búsqueda de inteligencia extraterrestre (SETI: Search for Extraterrestrial Intelligence) se desplegó gracias al desarrollo tecnológico que tuvo lugar en los nuevos métodos aplicados a la astronomía. En 1961, el físico Frank Drake, junto con científicos de múltiples disciplinas, mostró una ecuación para poder discutir las probabilidades de la vida inteligente en nuestra galaxia, desde entonces apareció la “ecuación de Drake”, que sería usada para evaluar el número de civilizaciones extraterrestres comunicativas en la Vía Láctea. Las series de conferencias realizadas en los años 60 y 70 del siglo XX permitieron el nacimiento de una nueva disciplina “la exobiología”, y por ende el surgimiento de una comunidad científica encargada en la investigación de la vida más allá de la Tierra. Esta comunidad científica estuvo formada únicamente por

físicos, químicos e ingenieros, especialmente los de SETI. Por otro lado, en los años 1950s, empezaba a nacer una comunidad científica de biólogos que empezaban a tener ciertas diferencias con los científicos de las otras áreas, en cuanto al debate inteligencia extraterrestre se refiere. Los constructores de la teoría sintética de la evolución, Simpson, Dobzhansky y Mayr descartaron la posibilidad de que evolucionaran organismos semejantes físicamente al ser humano, pero al mismo tiempo contemplaron que la inteligencia extraterrestre era sumamente indeterminada. El meollo del asunto fue que biólogos como Stephen Jay Gould recocieron la importancia de apoyar a SETI. Pero ¿Porqué algunos biólogos evolucionistas como Gould apoyaron el programa SETI? El fenómeno de convergencia es una evidencia a favor de la evolución de la inteligencia extraterrestre, hay organismos que de linajes separados llegan a estructuras morfológicamente similares, por ejemplo, las alas de un murciélago y las de pterosaurio. Gould asumió que la inteligencia en otros mundos pudo haber evolucionado con gran facilidad, así como evolucionó la facultad del vuelo en los diferentes tipos de animales en la Tierra. Entonces aunque muchos biólogos saben que SETI tiene pocas probabilidades de éxito, ellos asumen que éste programa es el único medio por el cual podemos comprobar la existencia de extraterrestres inteligentes. Aunque en los últimos años esa perspectiva ha cambiado.

PRESENTACIONES EN CARTEL

Radiólisis de adenina simulando microambientes primitivos

Andrés Guzmán Marmolejo y Alicia Negrón Mendoza
Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM

La evolución química es el estudio de las rutas de síntesis abióticas de compuestos de importancia biológica y los procesos por los cuales estas moléculas fueron aumentando en complejidad y ordenamiento, tomando en consideración las condiciones ambientales de la Tierra primitiva (1, 2).

Dos de los principales problemas en esta teoría, son las bajas concentraciones de moléculas y la inestabilidad de las mismas en las condiciones imperantes. Bernal en 1951 propuso a las arcillas como posibles agentes concentradores, catalizadores y/o protectores de moléculas. Sin embargo, nunca se había demostrado el efecto protector de la arcilla hacia un sustrato absorbido.

En este trabajo se estudió la radiólisis de adenina, en solución acuosa y adenina adsorbida en montmorillonita, simulando microambientes primitivos; con el objetivo de determinar la influencia de la arcilla en la radiólisis de esta base nitrogenada y corroborar si hay un efecto protector de la arcilla como postuló Bernal.

Los resultados indican que bajo irradiación gamma los productos son dependientes del pH y la concentración. Al comparar la descomposición de la adenina en los dos sistemas (con y sin arcilla) se encontró una descomposición considerablemente menor en el sistema con arcilla. Así, a 42 Kgy se tiene que la adenina en solución se descompone por completo, en tanto que en el sistema adenina-arcilla se descompone menos del 10% de la base. Estos resultados apoyan la hipótesis de Bernal e intentan destacar la importancia de los microambientes en los procesos prebióticos.

Referencias

1. Negrón-Mendoza y G. Albarrán 1993. *Chemical Evolution: Origin of Life*, pp. 235.
2. Raulin-Cerceau, F. et al. 1998. *Origins of Life and Evolution of the Biosphere*. 28, 597-612

Papel de los minerales en evolución química estudios de adsorción de HCN

María Colín García, Alicia Negrón Mendoza y Sergio Ramos Bernal
Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM

Las interfaces debieron ser un punto clave en la evolución de la materia orgánica. El papel de los sólidos debió haber sido crucial, pues representan por un lado la posibilidad de autoorganización de los compuestos y, por otro, pudieron funcionar como sitios de almacenamiento, concentración y catálisis de las moléculas con las que interaccionan. En la Tierra Primitiva, se ha estimado que la concentración de muchos de los compuestos orgánicos

disueltos en el océano era de entre 0.003 a 0.03 M (1); y aunque algunas reacciones pudieron ocurrir en estas condiciones otras debieron verse muy restringidas. Por ello, la existencia de mecanismos de concentración debió ser crucial para que las reacciones se llevaran a cabo. Los minerales debieron ser un componente fundamental para soportar a los compuestos, entre los más importantes se encuentran los silicatos, los carbonatos, los sulfatos y las arcillas.

El HCN es una de las moléculas más ampliamente distribuidas en el medio interestelar junto con sus derivados (i.e. cianoacetileno, cianamida, etc.). Esta molécula no sólo ha sido detectada en el medio interestelar (ISM) (2), también se le ha descubierto en las atmósferas de algunas estrellas, en diversos satélites y en la cola de los cometas (3), donde uno de los componentes más reactivos e importantes. El HCN o sus polímeros pueden jugar papeles decisivos en el proceso de irradiación de los hielos, tanto cometarios, como aquéllos del ISM (4). En este trabajo se estudió la interacción entre soluciones acuosas de ácido cianhídrico y diferentes arcillas: montmorillonita (de sodio y de calcio) y caolinita.

Los resultados indican que la adsorción de la molécula de ácido cianhídrico varía en función del pH y de la naturaleza del mineral. La máxima adsorción, del 100%, se da a pH=2, tanto en la montmorillonita de sodio como en la de calcio. Ello indica que la naturaleza del catión no interfiere con la adsorción. Cuando se adsorbe el HCN en la caolinita la adsorción es de el 56%.

Este trabajo realza el papel de las arcillas como sitios de concentración de moléculas importantes para la química prebiótica.

Referencias

1. Miller, S. y L. Orgel 1974. *The Origins of Life on the Earth*. Prentice Hall. 229 pp.
2. Irvine, W.M. 1998. *Origins of Life and Evolution of the Biosphere*. 28, 365-383.
3. Ip, W.H. et al. 1990. *Annales Geophysicae* 8, 319-325.
4. Gerakines, P.A., et al. 2004 *Icarus* 170, 202-213.

Evaluación mineralógica de la producción de cianuro de hidrógeno bajo condiciones hidrotermales y su determinación por Headspace-Cromatografía de Gases-Masas

Paulina Pinedo González; Rafael Navarro-González
Laboratorio de Química de Plasmas y Estudios Planetarios, Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM.
Javiera Cervini-Silva

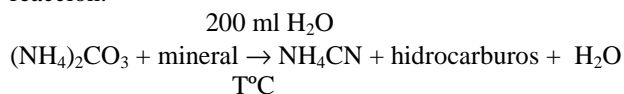
Grupo de Nanogeociencias y Geobiología, Instituto de Geografía, UNAM.

El nitrógeno es un elemento indispensable para la vida; los seres vivos requieren átomos de éste elemento para la síntesis de moléculas orgánicas esenciales como las proteínas y ácidos nucleicos. Aunque dicho elemento

es muy abundante en la tierra casi todo se encuentra en su forma molecular, N₂, y pocos son los organismos capaces de absorberlo directamente para utilizarlo en sus procesos vitales. Actualmente dichos organismos, tales como bacterias y algas, están en la base del ciclo del nitrógeno permitiendo que éste se encuentre biodisponible para los demás seres vivos de la cadena. Sin embargo en la tierra primitiva el nitrógeno tuvo que ser fijado en condiciones prebióticas por otro tipo de sistemas.

El presente trabajo plantea la posibilidad de que la fijación del nitrógeno sea catalizada por las superficies minerales de las ventilas hidrotermales, las cuáles son entidades naturales situadas en el fondo marino que expulsan agua caliente (≈400°C) y gases como H₂, H₂S, CH₄, CO₂ y NH₃ principalmente. La interacción de dichas moléculas con la superficie mineral de las ventilas hidrotermales produce entre otros compuestos ácido cianhídrico, el cual es importante material de partida en la síntesis prebiótica de proteínas y bases de ácidos nucleicos.

Para simular la atmósfera hidrotermal los experimentos se llevan a cabo en un minireactor Parr® de acero inoxidable bajo el siguiente esquema general de reacción:



De ésta manera es posible realizar un estudio cinético integral de la capacidad de cada uno de los minerales que constituyen a las ventilas hidrotermales así como de sus diferentes ensambles para catalizar la producción de ácido cianhídrico.

Posteriormente para hacer un análisis tanto cualitativo como cuantitativo de la producción de cianuro de hidrógeno así como de otros volátiles propios de la reacción, se implementó un método que consiste en regenerar el ácido cianhídrico con algún ácido orgánico no volátil, de ésta forma es posible analizarlo por Cromatografía de Gases acoplado a masasⁿ utilizando la técnica Headspace.

Referencias

1. Navarro-González et al. 2001, Nature 412, 61.
2. Brandes J.A. et al. 1998, Nature 395, 365.

Estudio experimental de la influencia de los impactos de asteroides en la evolución química de la atmósfera de la Tierra primitiva

Thania Eloina Félix Cañedo y Rafael Navarro-González
Laboratorio de Química de Plasmas y Estudios Planetarios, Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México
soporcla@hotmail.com.

Los impactos de meteoritos y asteroides debieron tener una gran influencia en la evolución química de nuestro planeta y posiblemente frustraron la aparición y mantenimiento de la vida durante el periodo de acresión.

Dichos impactadores proporcionaron al planeta sustancias orgánicas e inorgánicas importantes para el surgimiento y mantenimiento de la vida, al interactuar con la atmósfera y la superficie de la Tierra Primitiva (1,2). Una teoría del origen químico de la vida propone que las reacciones fotoquímicas que implican a los gases de la atmósfera temprana pudieron generar formaldehído (HCHO) y cianuro de hidrogeno (HCN), ya que a partir de estas moléculas se pueden generar carbohidratos, aminoácidos, purinas, pirimidinas y nucleótidos. Sin embargo la formación del HCN es difícil, ya que se requiere romper el triple enlace de la molécula de nitrógeno (N₂), la presencia de una fuente de carbono (monóxido de Carbono (CO), dióxido de Carbono (CO₂) o metano (CH₄)) y una fuente de energía. Se sugieren que los impactadores y las descargas eléctricas (relámpagos) pudieron jugar un papel muy importante en la descomposición abiótica del nitrógeno (formas reactivas esenciales para la formación y mantenimiento de la vida) (3).

Para simular la atmósfera de la Tierra Primitiva, se prepararon mezclas de gases compuesta de 20%N₂, 5%H₂(Hidrógeno) y diferentes proporciones de CO y CO₂ para el 75% restante, con la ayuda de una mezcladora de gases. Dicha atmósfera se introdujo a un reactor de vidrio Pyrex a una presión cercana a la atmosférica y se somete a la onda de choque de un asteroide simulado. Para imitar dichos impactos se utilizan plasmas inducidos por láser (PIL). Los compuestos gaseosos generados en nuestra simulación se separaron e identificaron por métodos acoplados de análisis, como lo son la cromatografía de gases (CG) y la espectrometría de masas (EM).

Los productos obtenidos e identificados en nuestra simulación son el cianuro de hidrogeno y el oxido nítrico (NO), compuestos que se piensa jugaron un papel muy importante en la síntesis de las primeras moléculas biológicamente importantes que eventualmente condujeron a la vida en la Tierra. Lo que nos hace pensar que los impactos de asteroides en la atmósfera primitiva fueron muy importantes.

Referencias

1. Cockell et al. 2005, Science Direct 20 (4), 175.
2. Chyba et al. 1992, Nature 355, 125.
3. Padilla 2005, tesis de licenciatura en la Facultad de Ciencias, UNAM, México.

Viabilidad de adaptación de organismos halófilos a condiciones ambientales extraterrestres

Horacio Terrazas Hoyos
Facultad de Ciencias Biológicas, UNAM
Sandra I. Ramírez Jiménez
Centro de Investigaciones Químicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos
Enrique Sanchez Meza
Centro de Investigación en Biotecnología, UAEM

Los extremófilos incluyen organismos de los actualmente reconocidos tres dominios del árbol

filogenético que organiza a la vida en la Tierra^[1] y se reconocen como organismos capaces de desarrollar actividades metabólicas básicas en ambientes extremos, es decir en ambientes caracterizados por condiciones físicoquímicas cercanas a los límites en los cuales uno pensaría que un organismo podría sobrevivir^[2]. Los halófilos son un tipo particular de extremófilos caracterizados por sobrevivir en medios con moderadas o altas concentraciones salinas^[3], extremadamente resistentes a condiciones de microgravedad y de exposición a la radiación UV, capaces de mantenerse viables por largos períodos de tiempo dentro de cristales salinos y con una bioquímica altamente especializada^[3,4]. Estas características han estimulado las especulaciones sobre la posibilidad de utilizar a estos organismos como modelos en estudios en Astrobiología. Los organismos halófilos no son organismos primitivos^[1, 5, 6] y se argumenta que sus mecanismos de adaptación hacia altos niveles de salinidad, baja demanda de oxígeno y valores moderados o bajos de acidez, corresponden a una adaptación secundaria evaluable y que puede ser modificada experimentalmente. Con esta idea, hemos aislado microorganismos de salmueras industriales para ser identificados y sometidos a diversos factores de estrés ambiental semejantes a los encontrados en el planeta Marte o en el satélite Europa.

Los organismos recolectados fueron inoculados en un medio de cultivo nutritivo a base de agar de soya tripticaséina e identificados mediante una batería de pruebas bioquímicas, resultando en tres diferentes cepas bacterianas. Se preparó medio de cultivo con cantidades variables de NaCl (10-40% p/v), las cepas se incubaron a 30°C durante 30 días y se monitoreó su cinética de crecimiento utilizando el método microbiológico de cuenta viable y la medición de absorbancia mediante un espectrofotómetro. Se encontró que los microorganismos aislados crecen aún en el medio de cultivo con la mayor concentración salina y que su crecimiento óptimo parece estar a una concentración de entre el 10 y el 20% de NaCl. Esto nos permite postular a estos microorganismos como halófilos extremos^[3] con posibilidad de explorar su resistencia y adaptabilidad a escenarios similares a los de algunos objetos planetarios de interés astrobiológico como los desiertos de Marte o el océano salado del satélite Europa, utilizando otros factores de estrés ambiental bajo los cuales se observe su desarrollo.

El estudio detallado de los halófilos terrestres tiene una relación directa con las actividades de exploración espacial tanto para su posible detección actual o vestigios de ésta en salmueras de algunos objetos planetarios como para evaluar su resistencia a las duras condiciones del espacio exterior.

Referencias

1. Woese, C. R., et al. 1990, Proc. Natl. Acad. Sci. 87, 4576.
2. Javaux, E. J. 2006, Res. Microbiology 175, 37.
3. Ventosa, A. and J. J. Nieto 1995, World J. Microbiol. Biotechnol. 11, 85.
4. Oren, A. 1999, Microbiol. Mol. Biol. Rev. 63, 334.

5. Pironon, J., et al. 1995, Org. Geochem. 23, 391.

6. McGenity, T. J., et al. 2000, Environmental Microbiology 2(3), 243.

Captadores simples de lluvia, aguanieve, granizo y nieve en zonas de alta montaña en ambientes tropicales alpinos para utilizarlos como alternativa de inicio de fertilización

Roberto Neri Galeno y Luis Cruz-Kuri

Instituto de Ciencias Básicas, Universidad de Veracruz

Antecedentes

Como resultado de un proyecto conjunto, con la participación de investigadores de varias instituciones, dirigido al estudio de líneas de árboles en ambientes tropicales alpinos, se seleccionó al Pico de Orizaba (19° N) montaña que aparte de cumplir con tales condiciones puede considerarse como un análogo terrestre de lo que pudo haber sucedido en la zona ecuatorial del planeta Marte, hace miles de millones de años. A lo largo de varios años, se tomaron colateralmente algunas observaciones y, como consecuencia de estas, se decidió por uno de nosotros (Neri Galeno) realizar un experimento consistente en la instalación de captadores simples de agua en todas sus modalidades (de lluvia, aguanieve, nieve, granizo, etc.)

Objetivo Principal

Se busca crear ambientes propicios en alta montaña para el sostenimiento de organismos superiores a través del desarrollo de comunidades de microorganismos, los cuales a su vez se sustentan por medio de pequeñas cantidades de agua en cortos plazos.

Justificación

El ambiente desfavorable en zonas de alta montaña, motivado por el rápido escurrimiento del agua así como por su disipación atmosférica puede modificarse hacia uno más propicio por medio de la instalación de captadores simples de lluvia.

Métodos

Se realizaron visitas a varias ubicaciones del Pico de Orizaba por arriba de la línea de árboles de esa montaña. Se instalaron en forma invertida (es decir, cuello hacia abajo, fondo hacia arriba) *in situ* recipientes de plástico (botellas). Varios meses después, se observó su estado en relación a cantidad de agua almacenada y se tomaron las muestras para su análisis a niveles macro y microscópicos.

Resultados

Se encontraron, en el agua, los siguientes organismos: *Cromatium sp.*, *Nitrosomas sp.*, *Nitrosocystis sp.*, *Azobacter sp.*, *Rhizobium sp.*, *Nostoc sp.*, *Anabaena sp.*, *Chroococcus sp.*, *Spirogyra sp.*, *Zygnema sp.*, *Volvox sp.*, *Chlamidomonas sp.*, *Protococcus sp.*, *Oedogonium sp.*, *Neurospora sp.*, *Lycoperdon sp.* y musgos *Polytrichum sp.*, *Anthoceros sp.* y traqueofitas.

Conclusiones

Los micro-organismos utilizan estrategias para obtener su desarrollo a partir de un mínimo de la utilización del

agua. Se observa que los biotopos pueden partir de micro-habitats para desarrollar a través del tiempo ecosistemas complejos y completos en un corto periodo. Los organismos pioneros se pueden utilizar para iniciar una fertilización eficaz en suelos donde no se retenga el agua (a partir de contenedores simples).

Caracterización térmica de carbonatos de origen biótico, abiótico y diagenético y su implicación en la búsqueda de vida en Marte.

María Antonieta Bautista Gasca y Rafael Navarro González

Laboratorio de Química de Plasmas y Estudios Planetarios, ICN, UNAM

navarro@nucleres.unam.mx, ant_bau@yahoo.com.mx

Las misiones Vikingo fueron realizadas en 1976 y tuvieron como objetivo principal la búsqueda de vida en Marte. Los resultados de las naves Vikingo mostraron que el suelo marciano es seco y frío con una atmósfera tenue de aproximadamente 8 mbar en la superficie y que está compuesta de un 95 % de CO₂, 1.5 % de N₂ y agua, con una abundancia de 0.03 % y de 1-3 % en el suelo marciano.

Las misiones Vikingo realizaron experimentos biológicos con el suelo marciano, los cuales fueron: Experimento de liberación pirolítica, experimento de liberación de gases marcados y experimento de intercambio de gases. También realizaron un análisis orgánico del suelo marciano por pir-CG-EM, en donde el resultado fue la ausencia total de carbono orgánico lo cual fue usado como el argumento más sólido en contra de la existencia de vida actual en la superficie de Marte. Debido a la dificultad en el diseño de técnicas para la detección de materia orgánica en la superficie de Marte, se propone el estudio de compuestos inorgánicos como posibles patrones de actividad biológica. En este trabajo el foco principal son los carbonatos de calcio (CaCO₃), aunque aún no se han detectado yacimientos de carbonatos en la superficie de marciana. Ahora bien, encontrar carbonatos en Marte tendría implicancias extraordinarias. El descubrimiento entregaría poderosas evidencias de que alguna vez fluyó agua líquida sobre el Planeta Rojo y en el caso de detectar carbonatos de origen biótico se hablaría de vida presente o pasada en Marte. En la Tierra hay tres procesos para formar rocas de carbonato, las tres requieren de la presencia de agua: 1) A través de un proceso puramente químico que requiere la disolución de dióxido de carbón en aguas superficiales. Moléculas de CO₂ se combinan con agua para formar iones de carbonato, que a su vez se juntan con iones de calcio para formar un sólido que precipita. 2) A través de un proceso puramente biótico, por acción de organismos vivos, eucariontes o procariontes que pueden biomineralizar y producir carbonatos para sus conchas y otras partes duras. Cuando estos organismos mueren, sus conchas se hunden hasta el fondo, donde se acumulan y forman eventualmente depósitos de carbonato y 3) A través de un proceso diagenético, en el

que las fases bióticas del crecimiento de la roca carbonatada cambian por diferentes mecanismos de disolución recristalización adaptándose a nuevas condiciones termodinámicas en un nuevo ambiente abiótico. La estructura de un carbonato diagenético es una mezcla de estructuras de un carbonato biótico y abiótico. En este trabajo se llevará a cabo la diferenciación de carbonatos de diferentes orígenes recolectados en diferentes partes del mundo mediante la determinación de su tasa de descomposición térmica utilizando el método TEGA-SM (Liberación Térmica de Análisis de Gases-Espectroscopia de Masas). Los resultados hasta el momento nos muestran que las calcitas de tipo biótico se descomponen a menor temperatura, siendo las calcitas abióticas las que se descomponen a mayor temperatura y entre ambos dominios se encuentra la descomposición térmica de las calcitas diagenéticas.

La misión Phoenix en el 2007 y la misión SAM en el 2009 que serán enviadas a Marte, realizarán pruebas *in situ* del suelo marciano, utilizando ésta técnica de análisis, esperando detectar la presencia de carbonatos de origen biótico y así poder deducir si hubo o hay actividad biológica en dicho planeta. Es por eso que este estudio realizado con muestras presentes en la Tierra arrojará importantes resultados para compararlos con los obtenidos en las dos misiones próximas a Marte.

Determinación del efecto de oxidación pirolítica en sedimentos análogos marcianos

José Enrique Iñiguez Pacheco, José G. de la Rosa Canales y Rafael Navarro González

Laboratorio de Química de Plasmas y Estudios Planetarios, Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM

Los resultados de las recientes misiones a Marte por las agencias espaciales norteamericana y europea, han proporcionado nueva e importante información la historia geológica y química del planeta, presentando a Marte como un sitio más benévolo para albergar vida, con ello ha resurgido el interés de la comunidad científica internacional sobre la posibilidad de la existencia de vida en el planeta presente o pasada. En la década de los setentas esta misma inquietud tuvo como resultado la misión Vikingo, cuyo principal objetivo era la de encontrar vida, por lo que contaba con experimentos químicos (1,2) y biológicos (3,4,5). Los resultados obtenidos por la misión fueron negativos en la búsqueda de señales de vida, concluyendo que la superficie del planeta era un desierto frío y de naturaleza oxidante donde la radiación ultravioleta satura la superficie (Klein, 1977).

El objetivo de la investigación es entender el grado de degradación pirolítica de la materia orgánica presente en sedimentos análogos marcianos. Se evalúa el efecto de la concentración de hierro en la muestra así como la respuesta a dos minerales ricos en hierro recientemente caracterizados (Jarosita y Palagonita), al

repetir el protocolo de análisis químico (Pi-CG/EM) realizado por los Vikingos en la superficie de Marte.

El resultado de la investigación indica que la presencia de sales férricas (Fe^{3+}) cataliza la descomposición oxidativa de la materia orgánica transformándola a CO_2 y trazas de benceno, lo cual dificultaría su diferenciación del dióxido de carbono ambiental siendo este el principal constituyente.

Se concluye que la técnica de Pi-CG/EM empleada por los Vikingos esta limitada a concentraciones mayores de partes por mil, por lo que esta técnica no puede ser empleada como discriminación de vida en Marte. Además se concluye que es necesario un proceso de extracción preconcentración y/o derivatización para el análisis de materia orgánica en la superficie del planeta (6).

Referencias

1. Biemann et al. 1977, Journal of Geophysical Research, 82, 4641-4658
2. Biemann et al. 1977, Science, 194, 72-76
3. Horowitz et al, 1977, Journal of Geophysical Research, 82, 4659-4662
4. Oyama et al. 1977, Journal of Geophysical Research, 82, 4669-4676
5. Levin et al. 1977, Journal of Geophysical Research, 82, 4663-4667
6. Navarro-González et al. 2006, Proceedings of the National Academy of Sciences, 104(44), 16089-16094

Diseño de una técnica analítica para la determinación de material orgánico y carbonatos en suelos hiperáridos análogos a Marte.

Silvia Karina Godínez Palma, Sandra Aguilar, José de la Rosa y Rafael Navarro-González.

Laboratorio de Química de Plasmas y Estudios Planetarios, Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México
qfb_silvia@yahoo.com.mx, navarro@nucleares.unam.mx

El carbono es un bioelemento, se encuentra formando las estructuras de los carbohidratos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos. La reserva fundamental de carbono, se origina de las moléculas de dióxido de carbono (CO_2) que los seres vivos puedan asimilar, que es tomada de la atmósfera, la hidrosfera y por la respiración al oxidar los alimentos. El suelo se define como un sistema natural y complejo desarrollado a partir de una mezcla de microorganismos, partículas sólidas (minerales) y restos de material orgánico, bajo la influencia del clima y del medio biológico, estos elementos conocidos gozan de gran interacción debido a al gran cantidad de reacciones químicas que sufren. El material orgánico, de acuerdo a la Science Society of America se define como: la fracción orgánica del suelo que incluye vegetales, animales en descomposición y microorganismos que viven en el suelo; así los suelos agrícolas pueden llegar a contener hasta del 5% de material orgánico (1). A pesar de que el contenido de este constituyente del suelo no es muy elevado, su papel en la

estructura y procesos que tienen lugar en los sistemas suelo-agua-soluto es fundamental. La descomposición de materia orgánica (MO) es uno de los procesos claves en el funcionamiento de todos los ecosistemas. La MO es descompuesta completando el ciclo global de carbono.

En la década de los setenta del siglo pasado, la agencia espacial americana (NASA) envió una misión al planeta rojo, llamada Vikingo, la cual tenía como principal objetivo confirmar la existencia de vida presente o pasada en Marte. La sonda Vikingo estaba equipada con tres experimentos biológicos y uno químico que consistía en detectar material orgánico en suelos por medio de la técnica acoplada de pirólisis-cromatografía de gases-espectrometría de masas (Pi-CG-EM). Los experimentos biológicos dieron resultados muy controvertidos y la prueba química no detectó la presencia de ningún tipo de molécula orgánica que diera evidencia de vida presente o pasada en el planeta rojo, debido a esto, se llegó a la conclusión de que el suelo marciano era un desierto frío, estéril y de naturaleza oxidante en donde la radiación ultravioleta satura la superficie.

En este trabajo nos proponemos implementar y validar una técnica que nos permita determinar en línea, el contenido de material orgánico y carbonatos en suelos hiperáridos análogos a los que se encuentran en el planeta rojo, como el desierto de Atacama al norte de Chile (2, 3). La cual consiste en la descomposición de carbonatos y material orgánico a dióxido de carbono por medio de reacciones ácido-base y óxido-reducción respectivamente. La separación, identificación y cuantificación de este gas la realizamos por medio de métodos acoplados de análisis como lo son la cromatografía de gases-masas (CG-EM). El diseño de esta técnica podría ser una alternativa para determinar bajos niveles de material orgánico en suelos, que permitan la calibración de nuevas técnicas instrumentales que se usaran en futuras misiones al planeta Marte.

Referencias

1. Fitz, E.A.P. 1996. Introducción a la ciencia de los suelos. Ed. Trillas. México, pp 315.
2. Navarro-González, et al. 2006. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A, 103(44) 16089.
3. Navarro-González et al. 2003. Science 302, 1018.

Mapeo de la cantidad total de agua en Marte

Gpe. Vaneza Y. Peña-Cabrera y H.J. Durand-Manterola
Departamento de Ciencias Espaciales, Instituto de Geofísica, UNAM

Antes de la llegada a órbita marciana de la sonda Mars Odyssey la cantidad de agua en el planeta era motivo de especulación. En el 2001 esta sonda obtuvo datos de flujo de neutrones que permitieron estimar la cantidad de agua superficial en el planeta rojo. Sin embargo persiste la incertidumbre acerca de la profundidad hasta la cual se extiende esta agua subterránea. En este trabajo hacemos una estimación de

este último parámetro y basándonos en los datos de neutrones medidos por el Mars Odyssey calculamos la cantidad total de agua en Marte. Nuestros resultados son que la cantidad de agua fluctúa entre $17.4 \times 10^6 \text{ km}^3$ y $87 \times 10^6 \text{ km}^3$ con una media de $29 \times 10^6 \text{ km}^3$. También trazamos un mapa de la distribución de esta agua en las distintas regiones del planeta. Concluimos que la cantidad de agua en Marte es suficiente para soportar un ecosistema subterráneo si el planeta tiene suficiente calor interior como para mantener agua líquida.

Radio de Hill para exoplanetas

María del Consuelo Romero Sánchez y Héctor Javier Durand Manterola
Departamento de Ciencias Espaciales, Instituto de Geofísica, UNAM

La región en la cual la influencia gravitacional de un cuerpo domina sobre las fuerzas mareales es conocida como Esfera de Hill. El Astrónomo George William Hill (1838-1914) desarrolló una fórmula para encontrar un límite aproximado de la esfera gravitacional de influencia de un cuerpo menor orbitando a un cuerpo mayor, cuya ecuación es:

$$R_H = a \left[\frac{m}{3(M+m)} \right]^{1/3} \quad (1)$$

Donde: R_H es el radio de la esfera de Hill alrededor del cuerpo menor, a es el semieje mayor de la órbita del cuerpo secundario, m es la masa del cuerpo secundario o menor (planetas o lunas) y M es la masa del cuerpo primario o mayor, (Sol o planeta) (1).

Se estimó el valor del radio de Hill para todos los planetas extrasolares hasta ahora descubiertos. Se observa que el radio de Hill de cada planeta disminuye al acercarse este a la estrella. Por lo tanto proponemos que si los planetas extrasolares han migrado hacia su estrella, como proponen algunas teorías de formación de sistemas solares, entonces los satélites que los planetas pudieran haber tenido fueron expulsados a órbitas alrededor de su estrella y casi todos los planetas extrasolares que se encuentran a distancias menores a 0.05 UA de su estrella son cuerpos solitarios sin satélites. Esto elimina directamente la posibilidad de que estos planetas pudieran tener lunas con vida en ellas. Solo los planetas a una distancia mayor a 0.05 UA podrían tener lunas.

Referencias

1. De Pater, I and J.J Lissauer. 2001. Planetary Sciences. Cambridge University Press.

Astrobiología en Baja California

Patricia G. Núñez-Pérez
Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California
Roberto Vázquez
Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México

La ciudad de Ensenada, en el estado de Baja California, ha sido durante muchos años un polo de desarrollo científico y tecnológico nacional. En esta ciudad de 350,000 habitantes se encuentran diversos centros de investigación y laboratorios científicos en las áreas de Astronomía, Ciencias Biológicas, Ciencias de la Tierra, Oceanología, Ciencias Físicas y Ciencias Computacionales. Además de la presencia de las instituciones locales (UNAM, UABC y CICESE), su cercanía geográfica con centros importantes de los EE. UU. (NASA/Jet Propulsion Laboratory, Scripps Institution of Oceanography, etc.), hacen de Ensenada un lugar óptimo para el desarrollo de la Astrobiología, y en general de las Ciencias Espaciales. Sin embargo, a pesar de ello, esta disciplina aún no se desarrolla en la localidad. A continuación presentamos los aspectos en los que los autores han participado en los últimos tres años, con la intención de empezar a despertar el interés sobre la Astrobiología en la comunidad científica local y en los estudiantes universitarios.

Educación: En el año 2004, los autores, alentados por un grupo de estudiantes de Biología, desarrollaron la carta descriptiva de un curso optativo de licenciatura con el nombre INTRODUCCION A LA ASTROBIOLOGIA. Este curso, pionero en el estudio formal de la Astrobiología a nivel nacional, contó en su primera edición, con 27 alumnos inscritos. Durante el presente semestre, el número aumentó a 38. En este trabajo presentamos la estructura de esta asignatura, la forma en que se imparte y los problemas que se han presentado durante el desarrollo del curso. Es nuestra intención compartir experiencias con otros profesores de Astrobiología e impulsar la docencia formal de materias similares en otras universidades.

Difusión: Como información adicional, presentamos un resumen de las actividades de difusión en las que se ha participado en los últimos años, las cuales incluyen charlas de divulgación y la colaboración en una obra escrita: la traducción al español del artículo de educación *Astrobiology Primer*, compilado por el Prof. Lucas Mix (NASA) y publicado en la revista *Astrobiology*. El trabajo es dirigido por el Dr. Javier Martín (NASA/Langley) y participan además la Dra. Antígona Segura (ICN-UNAM) y el Dr. Manuel Gómez (CAB-España). La intención es que dicho trabajo sea publicado como un libro.

Investigación: Se ha participado de manera aislada en proyectos de interés astrobiológico (*Misión Deep Impact* y *Monitoreo del brillo terrestre*; otros investigadores de la localidad han participado en: *programa COROT*, *sismología de planetas gigantes*, *estudios sobre la atmósfera de Plutón*, *tapetes microbianos*, etc.), sin embargo, hasta ahora no existe ningún proyecto financiado, desarrollado por algún grupo de investigación de las instituciones locales. Los autores presentan algunas posibles líneas de investigación que pudieran desarrollarse, basados en sus propios intereses académicos, las cuales incluyen: el estudio de los

aspectos de interés astrobiológico de la botánica y la palinología de la flora del desierto, observaciones astronómicas de cuerpos menores, estudios de exoplanetas, entre otros. Estamos abiertos a cualquier colaboración, relacionada principalmente con la botánica o la astronomía observacional, nuestras áreas de experiencia.

¿Cómo ser astrobiólogo?

Antígona Segura

Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM

A diferencia de otras ciencias la astrobiología no es un área del conocimiento que pueda estudiarse directamente en una carrera de licenciatura y hasta hace un par de años no había estudios de posgrado dedicados a la astrobiología. Quienes ahora formamos parte de la comunidad de astrobiólogos somos investigadores especializados en algún área específica de la ciencia cuyas investigaciones se han vuelto relevantes para el estudio del origen, evolución y búsqueda de vida en el universo. A lo largo de los años y gracias a la fundación de instituciones y conferencias dedicadas a este tema, la comunidad de astrobiólogos ha ido creciendo y los especialistas en el tema han ido empapándose de los conocimientos de áreas aparentemente ajenas a la de su investigación.

Estos esfuerzos, sin embargo, parecen no ser suficientes para guiar a los estudiantes jóvenes sobre cómo volverse un astrobiólogo. Quienes ahora lo somos hemos seguido un camino sinuoso y a veces guiado por el azar, pero la experiencia acumulada puede servir para que los nuevos astrobiólogos se enfoquen de manera más directa a los estudios relacionados con esta ciencia.

En este cartel presentaré los recursos con los que cuentan las nuevas generaciones para estudiar y dedicarse a la astrobiología.

Instrucciones para llegar a Universum, Museo de la Ciencias, UNAM

El museo se localiza en la Zona Cultural de Ciudad Universitaria

En transporte público

En la estación Universidad de la línea tres del Metro puede tomar un colectivo que lo deja en avenida Imán y de allí puede caminar hasta el museo. También hay un transporte universitario gratuito (ruta 3) que lo deja en la esquina de Universum.

En carro

Puede llegar por Avenida del Imán o Av. Insurgentes Sur. Hay un estacionamiento público para los visitantes del museo.

El estacionamiento público que da servicio a Universum no depende de la Dirección General de Divulgación de la Ciencia. El funcionamiento está a cargo de la Dirección General de Servicios de Estacionamientos Controlados.

El costo por automóvil es de \$10.00 y de \$30.00 para autobuses.

El horario del estacionamiento es de 6:30 a 22:30 horas



**Diagrama del Museo de las Ciencias, Universum
Planta Baja**

Puerta B: Entrada para los asistentes a la IV Reunión de la Sociedad Mexicana de Astrobiología
Teatro Universum: Sede de la Reunión

