

Aspectos Geomorfológicos de la zona CONAMARA CHAOS en la luna Europa de Júpiter como ambiente propicio para el desarrollo de vida.

Geomorphological aspects of the area Conamara CHAOS on Jupiter's moon Europa as environment conducive to the development of life

Miguel Angel Pinilla Ferro ^a*, Andrés Felipe Amarís Álvarez ^b,

^aEstudiante de Matemáticas Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
Integrante Grupo Estudiantil Astrobiología Universidad Nacional de Colombia (UNASB).
Integrante Grupo Estudiantil de Ciencias Planetarias TITAN. Universidad Nacional de Colombia.
^bBiólogo Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá D.C.
Integrante Grupo Estudiantil Astrobiología Universidad Nacional de Colombia (UNASB)

Acceptado Diciembre 2014; Publicado en línea Marzo 2015.

ISSN 2256-3830.

Resumen

La zona CONAMARA CHAOS se encuentra ubicada sobre la superficie de Europa, luna de Júpiter a 8°N y 274 °W; a través del análisis de imágenes enviadas por la Sonda Galileo se evidencian procesos geomorfológicos de carácter caótico y estructuración poligonal. La abundancia de domos, abombamientos y depresiones en esta sección de la gélida corteza de Europa, implican el movimiento de masas de hielo de agua recientemente. Debido a la rotación sincrónica de Europa y su ubicación respecto a la luna Io, ha permitido que el satélite natural se impregne con los compuestos de Dióxido de Azufre (SO₂) provenientes de las explosiones volcánicas de Io, los cuales se han depositado sobre el material rico en Cloruro de Magnesio (MgCl₂) que compone la superficie de Europa. Analizando los trabajos de M.E. Brown, K.P. Hand, R.T. Pappalardo, A.Courtright, L. Mevel y E. Mercier, se busca evaluar que a pesar de la radiación emitida por Júpiter, sistemas vivos pueden desarrollarse bajo las capas cálidas de hielo dúctil en la superficie de la gélida corteza.

Palabras Claves: CONAMARA CHAOS, Europa, Geoquímica, Geomorfología Extremófilos, Sonda Galileo..

Abstract

CONAMARA CHAOS area is located on the surface of Europa, Jupiter's moon 8°N and 274°W; through the analysis of images sent by the Galileo probe geomorphological processes chaotic character and polygonal structure are evident. The abundance of domes, bulges and depressions in this section of the icy crust of Europa, involving the movement of ice masses recent water Due to the synchronous rotation of Europe and its location in relation to the moon Io, has allowed the natural satellite is impregnated with the compounds of sulfur dioxide (SO₂) from Io's volcanic explosions, which have been deposited on the rich material Magnesium Chloride (MgCl₂) making up the surface of Europa. Analyzing the work of M. E. Brown, K.P.

* mapinillaf1985@gmail.com

Hand, R.T. Pappalardo, A.Courtright, L. Mevel and E. Mercier, is to evaluate that despite radiation from Jupiter, living systems can be developed under the warm layers of ductile ice on the surface of the icy crust.

Keywords: CONAMARA CHAOS, Europe, geochemistry, geomorphology, Extremophile, Galileo Spacecraft

1. Introducción

Con las imágenes enviadas por las sondas espaciales *Voyager* y *Galileo* de la superficie de Europa se evidenció por primera vez un acercamiento preliminar a los procesos geológicos que caracterizan a esta gélida luna. [3] Mediante el análisis de las imágenes se comprueba rasgos característicos propios de la superficie, que evidencian una geodinámica de acuerdo al movimiento reciente de las masas de hielo. [7] La transferencia de calor por convección desde el interior de Europa hacia la gélida superficie, puede ser el mecanismo que explique la geodinámica de fraccionamiento de la corteza superficial [8] Aunado a esto, el tirón gravitacional que ejerce Io y Ganímedes en resonancia orbital con Europa [4], generan fricción en las diferentes capas constitutivas del núcleo, que incrementan su energía cinética liberando calor, y como consecuencia procesos de fractura hacia la superficie. [7] A su vez, con las mediciones de gravimetría efectuadas por la sonda Galileo con respecto al núcleo y corteza externa, se ha logrado determinar que la capa externa gira mucho más rápido que el interior [5] lo cual ha permitido inferir la existencia de un océano global que cubre Europa. [4] Con todo esto Europa se convierte en uno de los cuerpos del sistema solar que tiene los criterios cruciales de probabilidad para la búsqueda y detección de vida, esto es: fuentes de calor hidrotermal, agua, procesos de intercambio geoquímicos, y renovación de superficie. Es por tanto, que para este trabajo se selecciona la zona CONAMARA CHAOS ubicada en 8° N y 274° W, usando las imágenes SSI (Solid Stater Imager) de la sonda Galileo durante el sexto paso orbital, con una resolución de 54 metros por pixel la región seleccionada comprende los 125km X 75 km [9]; lugar teórico donde nichos de microorganismos tienen una zona de equilibrio que les puede permitir prosperar y evolucionar.

2. Geomorfología de CONAMARA CHAOS

La configuración irregular y caótica que caracteriza este terreno, está constituida por polígonos y domos que se subdividen en 1. Formas Micropoligonales 2. Bloques angulares, 3. Picos y 4. Estratificaciones [9]. Es una superficie geológicamente joven 50 millones de años [8], está delimitada al noreste por las fracturas en cresta *Asteruis Linea* y al noroeste por *Agava Linea*. [7]. Reconstruyendo la zona se evidencia movimiento de las diferentes subunidades constitutivas, tal y como se aprecia en la figura [9]. La traslación poligonal de las subunidades es más evidente hacia el centro de CONAMARA CHAOS lo cual implica un evidencia de incremento ductil del material y aumento de temperatura de la masa de hielo.

La naturaleza y evolución geológica de esta zona apunta a proponer un modelo de formación caracterizado por el ascenso de corriente de agua cálida desde el fondo del teórico océano global, que fractura por diferencia de temperatura la corteza congelada. [8] El abombamiento que se constituye crea domos y megadomos que adquieren configuración característica propia de las masas de hielo constituyentes. [3] El tirón gravitacional provocado por la confluencia en resonancia orbital con Ganímedes e Io, desencadenan fuerzas de marea que actúan sobre la corteza gélida rompiendo sus estructuras, las crestas que delimitan su área también actúan con efecto desencadenante que modelan la configuración geomorfología del terreno. [8] A su vez, los efectos de compresión que tienen las placas de hielo sobre el material con menor densidad, obligan a la acumulación del exceso y con el tiempo a la relajación del sector lo cual le imprime en la matriz del terreno un aspecto coalescente. Para este caso, los efectos termal de aumento de temperatura en CONAMARA CHAOS, se convierte en la hipótesis más pertinente para comprender su estructura y evolución, no se halla evidencia en el análisis visual que impliquen movimiento de traslación horizontal debido a la forma independiente como las formas de hielo poligonales tienen autonomía de traslación y rotación. [9] Todavía no se puede explicar exactamente los patrones de migración de los formas de hielo poligonal, las orientaciones de migración pueden asemejar los efectos de la fuerza coriolis, donde el polígono de hielo sufre una

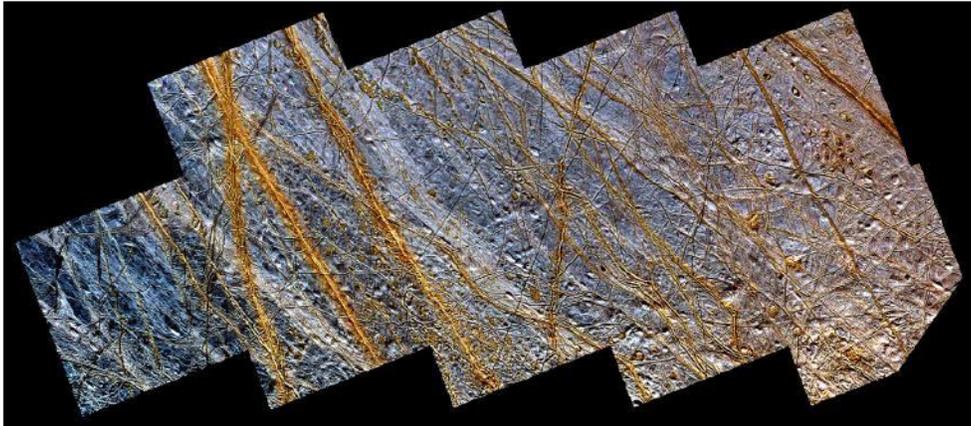


Figura 1. Zona Conamara Chaos 8°N; 274°W, la fotografía está autorizada bajo licencia Creative Commons con atribución no comercial Share-Like 3.0 .Unported License. Original Image data dated on or december 16 de 1997. High resolution mosaic across Conamara Chaos captured by Galileo, Colorized with lower-resolution data. NASA/JPL/UA Color Mosaic by Daniel Machacek.

aceleración adicional además de las fuerzas inerciales propias del sistema y que se traduce en una desviación lateral de su trayectoria.

3. Búsqueda y Detección de Vida

Europa, según análisis espectral tiene sobre su superficie composiciones ricas en sulfato de magnesio ($MgSO_4$). Mediante uso de Óptica adaptativa a través del telescopio terrestre Keck y usando el instrumento en espectrografía OSIRIS, en rango de líneas espectrales de absorción $1.473 \mu m$ - $1.803 \mu m$ (Hbb) y $1.956 \mu m$. $2.381 \mu m$ (Kbb) se logró identificar que los compuestos de sal identificados en la marca de absorción de los $2.3 \mu m$ proceden de la superficie de la corteza, corresponden a la firma espectral de la interacción con los compuestos procedentes de la luna Io, que para este caso corresponden a *dioxido de Azufre* (SO_2) junto con material rico en Cloruro de Magnesio. También una tenue atmósfera de Na y K indicaría que la composición más común de la superficie sería de sales de NaCl y KCl. También se halló línea espectral de absorción para epsomita ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$) que es una forma de mineral de sulfato de magnesio Heptahidratado. [1]

La abundancia de este tipo de sales en las firmas espectrales permite relacionar las características químicas del teórico océano global de Europa con los de la tierra. Esto da lugar a inferir que el escenario que se configura en Europa, reúne criterios cruciales para el desarrollo de un ambiente prebiótico. Por tanto, CONAMARA CHAOS se configura como el ambiente más idóneo para la detección preliminar de firmas espectrales y posteriormente la búsqueda mediante Lander de la existencia de formas de vida. Las zonas de CONAMARA CHAOS permitirían un lugar de intercambio y reciclaje geoquímico que ambientaría la creación de zonas de equilibrio. Con base al ejercicio comparativo de los microorganismos extremotolerantes como los radiófilos, halófilos e hipertermófilos que se desarrollan en la tierra, se puede predecir la probabilidad de existencia de sistemas vivos que puedan habitar el océano global de Europa, teniendo en cuenta aspectos parecidos a los microorganismos anteriormente mencionados; en relación a la estabilidad de sus aspectos biológicos. El ambiente extremo de Europa estaría descrito de manera preliminar con la influencia de la radiación emitida por Júpiter que está alrededor $3.500 Gy$ por centímetro cuadrado [1]; alto contenido de saturación de sales disueltas en superficie, las altas presiones y temperaturas del océano global tendrían influencia sobre las adaptaciones biológicas de las formas de vida que se estuviesen desarrollando. Para el primer caso, en la tierra la bacteria *deinococcus Radiodurans* soporta $15.000 Gy$ su adaptación está en que tiene de 8 a 10 copias de su ADN en su fase de replicación, debido a las múltiples copias de su genoma, redundante en copias cromosomales que producen el incremento de genes que codifican proteínas de reparación. [11] Para el segundo escenario, generalmente las altas concentraciones de NaCl son un inhibidor de crecimiento microbiano, pero para ambientes de alta saturación de sales algunos microorganismos han desarrollado mecanismos haloadaptativos en su membrana celular y en su citoplasma. Y para el último caso, altas temperaturas (termófilos) y bajas temperaturas

(Psicrotrofos) tenemos respectivamente a *Pirobulus fumari* (113°C), y *Basillus Subtillis* (menor a 15°C). [10]

Con todo esto, la creación de elementos bioquímicos para sustentar el desarrollo de vida tiene dos vías una externa donde la radiación emitida por Jupiter y rayos gamma cósmicos rompen las cadenas de H₂O, creando elementos altamente oxidantes como O₂ (oxígeno molecular) y H₂O₂ (Peroxido de hidrogeno) [1], del mismo modo impactos de asteroides en el pasado geológico de Europa agregaron compuestos orgánicos. Para el factor interno, las teóricas fuentes de calor hidrotermal aportan a los ambientes propicios del océanos global nutrientes para reacciones metabólicas de los potenciales protobiontos en evolución.

Con todo lo anterior la vida en Europa agrupa criterios básicos comunes para su constitución y desarrollo, un disolvente universal: el agua, proliferación de biomoléculas complejas y una fuente de continuo intercambio termodinámico con el entorno, lo cual les permite a las formas de vida diversificar su material genético, y de este modo establecer mecanismos de adaptación, que les permita permanecer en el tiempo y evolucionar.

4. Conclusiones

Las zonas de Caos ofrecen un ambiente teórico permisivo a la constitución de ambientes propicios para el desarrollo de vida, dado por las potenciales fuentes de energía endotermal, agua como disolvente esencial, proliferación de moléculas complejas sobre superficie y procesos de renovación de actividad geoquímica. Una zona idónea para que un futuro lander pueda acceder de manera eficaz a la toma de muestras del océano global de Europa, es CONAMARA CHAOS, ya que los procesos de fractura en las masas de hielo de su superficie permiten inferir un menor espesor del hielo, lo cual permitirá realizar una perforación cómoda. Los reservorios que se constituyen bajo los domos y megadomos de las zonas de caos son un escenario ideal para la proliferación de formas de vida con adaptaciones evolutivas a las altas concentraciones de salinidad, dosis de radiación, temperatura y de presión oceánica. Las perspectivas de investigación apuntan a evaluar el nivel de profundidad que tiene la capa gélida donde la radiación de Júpiter y rayos cósmicos no tendrían influencia en la proliferación de formas de vida en Europa.

Referencias

- [1] Brown, M.E. y Hand, K.P., *Salts and Radiation Products on the Surface of Europa*, The Astronomical Journal, Vol **145**, 2013, 7 pp.
- [2] Collins, G. y Nimmo, F., *Chaotic Terrain on Europa*, Geophysical Research Letters. Vol. **105**,2006, pag. 1706-1716.
- [3] Figueredo, P.H. y Greely, R., *Resurfacing History of Europa from pole to pole Geological mapping*, Icarus . Vol. **167** . 2004. Pag. 287-312.
- [4] Kattenhorn, S.A., *Nonsynchronous rotation evidence and fracture history in the Bright Plain region*, Europa. Icarus. Vol. **157**. 2002. Pags. 490-506.
- [5] Khurana, K.K. et. al., *Searching for Liquid water in Europa by using surface Observatories*, Astrobiology, Vol.2, 2002, num. 1.
- [6] Mevel, L. Mercier, E., *Large-scale doming on Europa: A model of formation of Thera Macula*. Planetary and Space Science, El sevier. 2007 pp.915-927.
- [7] Pappalaardo, R.T. Barr, A.C., *The origin of domes on Europa: The role of thermally induced compositional diapirism*, Geophysical Research Letters. Vol **31**. 2004. L01701.
- [8] Prockter, L.M., *Creation and Destruction of lithosphere on Europa: from bands to folds*. Lunar and planetary science. 32nd Annual Lunar and Planetary Science Conference. 200. Pp. 12-16.
- [9] Spaun, N.A. et al, *Conamara Chaos Region, Europa: Reconstruction of Mobile Polygonal ice blocks*, Geophysical Research Letters. Vol. **25** No. 23. 1998. pag. 4277 -4280.
- [10] Satyanarayana T, Chandralata Raghukumar, S. Shivaj. 2005. *Extremophilic microbes: Diversity and Perspectives*. CURRENT SCIENCE. Vol.**89**, NO. 1: 78-90.
- [11] Mandigan M.T, Marrs B.L. 1997. *Extremophiles*. Scientific American.: 82-87.