

# Los Fósiles de las Galápagos

POR RONNY NALÍN



Figura 1: El cadáver de un león marino parcialmente descompuesto en una playa, isla Seymour Norte. Escala en cm. Los esqueletos se pueden mezclar con los depósitos de las playas y a través del tiempo convertirse en fósiles.

Las islas Galápagos son un icónico destino para los biólogos, quienes reverencian su relación con Charles Darwin y el viaje del Beagle, y para los que resulta emocionante la posibilidad de ver clásicos ejemplos de especies endémicas como la tortuga gigante terrestre de las Galápagos. Sin embargo, en lo que se refiere a fósiles, la emoción se desvanece rápidamente. Los afloramientos volcánicos en el archipiélago de Galápagos no parecen proveer la riqueza de muestras encontrada en otras localidades ricas en fósiles alrededor del mundo. Pero indudablemente hay fósiles presentes en las islas de Galápagos, los cuales han sido estudiados por los paleontólogos, y tienen una importante historia que contar. Esta breve evaluación aborda el dónde, qué, cuándo, y por qué de los fósiles en las islas Galápagos, y cierra con una discusión de su potencial contribución al desarrollo de modelos sobre los orígenes.

### ¿Dónde se encuentran los fósiles en las islas Galápagos?

Hay varios lugares donde pueden encontrarse fósiles en las islas Galápagos. Primero, los sedimentos depositados en las aguas poco profundas que rodearon las islas y que posteriormente emergieron por sobre el nivel del mar frecuentemente contienen fósiles de organismos marinos (como las conchas de moluscos).<sup>1</sup>

Un segundo entorno donde los fósiles quedaron preservados en estas islas son los tubos de lava. Los tubos de lava se forman durante las erupciones volcánicas cuando la superficie de un flujo de lava se enfría y se solidifica pero por debajo de ésta continúa fluyendo la lava fundida caliente. Cuando la lava se escurre de estos conductos en forma de tubo queda un espacio subterráneo vacío. Estos túneles y fisuras a menudo contienen sedimentos con restos fósiles de vertebrados terrestres.<sup>2</sup>

El tercer entorno donde se han descubierto fósiles es en el interior de algunas de las islas caracterizadas por un ambiente consistentemente más húmedo. Aquí se pueden encontrar pequeños lagos y lodazales formados dentro de cráteres volcá-

nicos inactivos. Los sedimentos que llenan el fondo de estas pequeñas depresiones contienen material vegetal fósil.<sup>3,4</sup>

### ¿Qué clases de fósiles se encuentran en las islas Galápagos?

Los fósiles que se encuentran en los depósitos sedimentarios marinos están dominados por invertebrados marinos, como bivalvos, gasterópodos, briozoos, corales, y percebes.<sup>1,5,6,7</sup> También se encuentran microfósiles planctónicos y de otros pequeños (< 2mm) animales conchíferos, como foraminíferos y ostrácodos que, si bien no son visibles a simple vista, son muy abundantes en los sedimentos.<sup>5</sup> Aunque es raro a veces se encuentran en estos sedimentos fragmentos de esqueletos de vertebrados marinos y terrestres como aves, lagartos, y lobos de mar.<sup>1,5,7</sup> (Fig. 1)

Entre los fósiles recolectados en los tubos de lava se incluyen decenas de miles de huesos y fragmentos de huesos de aves, reptiles, y mamíferos, así como conchas de caracoles terrestres.<sup>2,8,9</sup> Entre los restos de vertebrados se incluyen especímenes de las especies más icónicas de las Galápagos, como la tortuga gigante, la iguana terrestre, pinzones y sinsontes, junto con algunas otras especies de roedores, serpientes, lagartos, geckos, murciélagos, y aves. Curiosamente, la mayoría de estos huesos representan sobras de presas regurgitadas por los búhos de madrigueras de las Galápagos, una especie que duerme y anida en salientes en los tubos de lava. Los huesos de organismos más grandes (como las tortugas gigantes), por otro lado, representan a animales que cayeron y murieron atrapados en los tubos. (Fig. 2)

El material vegetal fósil recuperado del lodo y de los sedimentos lacustres consiste principalmente de polen y esporas microscópicas.<sup>3,4</sup> Sin embargo, también se han hallado restos macroscópicos pequeños (como semillas y fragmentos de plantas).<sup>10</sup>

### ¿Cuándo se formaron los fósiles de las islas Galápagos?

La cuestión de la edad es un asunto delicado para los creacionistas. Hay dos

enfoques para fechar un objeto geológico, como un fósil o una roca. El primero, llamado datación (o datado) absoluta, tiene por objetivo asignar una edad numérica al objeto. El segundo, llamado datación relativa, trata de determinar si el objeto es más reciente o más antiguo que otros objetos, pero sin asignarle una edad numérica específica.

Las edades absolutas en geología están basadas en los métodos radiométricos de datación. Las edades radiométricas tienen valores que sugieren una cronología muy larga para la vida en la Tierra, creando un conflicto potencial con el registro bíblico.<sup>11</sup> Por esta razón, los creacionistas tienden a rechazar estos valores absolutos, buscando formas alternativas de explicar estos resultados. En general, sin embargo, hay cierta aceptación de que el orden relativo de las fechas (más recientes versus más antiguas) puede ser un indicador confiable de la edad relativa, sin tener en cuenta los valores absolutos. En las islas Galápagos, las edades de radiocarbono obtenidas para algunos de los huesos fósiles son casi siempre inferiores a 8000 años (8ka),<sup>12</sup> con sólo un par de excepciones que arrojaron valores de alrededor de 20ka.<sup>2,8</sup> Las edades por radiocarbono de la materia orgánica asociada con el material fósil vegetal son también consistentemente inferiores a 26ka,<sup>4,13</sup> con excepción de un estrato que arrojó un resultado mayor que 48ka.<sup>3</sup> Los fósiles en depósitos marinos se consideran más jóvenes que dos millones de años (2Ma) sobre la base de las edades radiométricas de rocas volcánicas mezcladas con los depósitos.<sup>1</sup> En la cronología estándar de edades largas estas edades obtenidas en las islas Galápagos tienen correlación con los intervalos superiores de la columna geológica (Pleistoceno y Holoceno).

En resumen, un enfoque mixto de datación absoluta y relativa parece sugerir que los fósiles de Galápagos se formaron durante la época más reciente de la historia de la Tierra, estando restringidos a las capas superiores de la columna geológica.

### ¿Por qué los paleontólogos están interesados en estudiar los fósiles de las islas Galápagos?

Los fósiles de las Galápagos son un archivo de la vida y la ecología anteriores de las islas. Entre los temas que los paleontólo-

gos están investigando se incluye: a) la documentación de patrones de la diversidad y tendencias morfológicas en las especies, con el propósito de hacerse una idea sobre cómo se originaron la fauna y la flora endémicas,<sup>2,15</sup> b) el estudio del impacto de la introducción

de flora y fauna no nativos sobre el ecosistema, con consecuencias para la ecología y la protección del medio ambiente,<sup>2,10</sup> y c) la reconstrucción de tendencias climáticas y eventos del pasado en las islas y en el sistema del océano Pacífico tropical.<sup>3,4</sup>



Figura 2: A) Las entradas que conectan con los tubos de lava subterráneos, isla Isabela. La boca del orificio tiene un diámetro de aproximadamente 50cm.

Figura 2: B) Carcasa de un gato que se encuentra dentro del tubo de lava de la ilustración A).

La captura y muerte en los tubos de lava son uno de los procesos que dan lugar a la fosilización de los vertebrados terrestres en las islas Galápagos

### Implicaciones para los modelos creacionistas

Aunque no sean tan icónicos ni tan bien conocidos como sus homólogos vivientes, los fósiles de las islas Galápagos ofrecen algunas contribuciones valiosas a la discusión de los orígenes cuando se enfocan desde una perspectiva creacionista. Los siguientes puntos resumen algunas de las consideraciones más importantes.

*Correlación con la Cronología Bíblica*—Una de las preguntas claves hechas desde una perspectiva creacionista es si los fósiles de las Galápagos se formaron antes, durante, o después del diluvio bíblico. Es importante comprender que cualquier respuesta a esta pregunta está basada en modelos y suposiciones que pueden tener una base bíblica, pero que ciertamente no son parte de una revelación divina detallada. Por lo tanto, cualquier sugerencia debe ofrecerse con cuidado y humildad. Habiendo dicho esto, dos elementos importantes influyen sobre una posible respuesta que probablemente la mayoría de los creacionistas adoptaría. Primero, los fósiles parecen ser relativamente recientes, encontrándose en depósitos que a menudo están contenidos en elementos recientes del paisaje (por ej. tubos de lava, cráteres) y relacionados con las edades radiométricas del Plioceno y del Holoceno. En segundo lugar, los ordenamientos fósiles constan casi completamente de especies modernas, y no de tipos extintos.<sup>8,15</sup> La mayoría de los creacionistas estaría de acuerdo en que las especies modernas son diferentes de las especies pre-diluvianas, ya que se adaptaron a las nuevas condiciones ambientales después del diluvio. Por lo tanto, cuando se consideran estos dos aspectos, una conclusión razonable dentro de un modelo creacionista sería que estos fósiles se formaron durante la era post-diluviana.

*Estasis y Velocidades de Evolución:* Desde los tiempos de Darwin las especies modernas en las Galápagos se han presentado como una ilustración paradigmática de especiación y origen de nuevas especies desde una forma ancestral común. Sin embargo, los fósiles actualmente conocidos de las Galápagos no corroboran significativamente este relato. La abrumadora mayoría de los fósiles recuperados pertenece a especies modernas conocidas, con unos pocos ejemplos de formas extintas.<sup>2,6,15,16</sup> Por lo tanto, en vez de documentar un cambio gradual, los fósiles de las Galápagos ilustran la estasis, es decir, la persistencia de morfologías y especies a lo largo del tiempo. Podría objetarse que no se observan series de fósiles de transición porque el registro fósil de las islas es fragmentario y representa solamente el intervalo de tiempo más reciente. Sin embargo, esta última es una sugerencia basada en datos que no tenemos. Lo que es observable no captura transiciones evolutivas.

*Orden en el registro fósil*—Los diferentes tipos de fósiles no están distribuidos al azar en la columna geológica, sino que siguen un patrón específico de aparición y desaparición. Los fósiles de las islas Galápagos pueden utilizarse como un modelo para explorar por qué los diferentes tipos de fósiles no se mezclan en los estratos, sino que tienen cierto orden. Dos factores principales parecen entrar en juego: el tiempo y el espacio. No hay fósiles de dinosaurios ni de leones africanos en las Galápagos. Sabemos que los leones africanos no están extintos, pero viven solamente en el continente africano. Por lo tanto, la razón por la que los leones no se fosilizaron en las Galápagos está vinculada con su distribución geográfica (el espacio). Por otro lado, los dinosaurios están extintos. Por lo tanto, pudiera ser que nunca se fosilizaron en las islas Galápagos porque no estuvieron presentes en la Tierra en el momento (tiempo) de formación de los fósiles de las islas Galápagos (el espacio). La presencia o la ausencia de ciertos grupos de organismos en el tiempo y el espacio condicionaron la distribución ordenada de los fósiles, tanto en la interpretación creacionista del registro fósil como en la evolucionista.

*El proceso de fosilización*— Los fósiles hallados en las islas Galápagos pueden

utilizarse para mostrar cómo el proceso de fosilización depende tanto de las características de los organismos como del entorno de su deposición. Por ejemplo, las criaturas marinas mejor representadas en los fósiles de las Galápagos son aquellas con conchas y partes duras. Los animales de cuerpo blando, como los pepinos de mar, tienen una probabilidad mucho menor de fosilizar. El entorno de la deposición también es crucial para la fosilización. Por ejemplo, las lavas volcánicas no son favorables para la preservación de organismos muertos, pero si están presentes trampas donde el sedimento puede acumularse (por ej. los tubos de lava) se pueden encontrar fósiles incluso en terrenos volcánicos. Además, los ambientes terrestres (por ej. lagos y lodazales) son más propensos a preservar fósiles de organismos terrestres (por ej. plantas terrestres) y los ambientes marinos tenderán a ser dominados por fósiles de organismos marinos. Basándonos en las islas Galápagos, podríamos llegar a la conclusión de que indudablemente la fosilización no es ubicua y no protege a todos los tipos de organismos, pero incluso en ambientes desfavorables (por ejemplo, en provincias volcánicas), la fosilización no es tan improbable como uno pudiera pensar. Retratar el registro de fósil como muy fragmentario e incompleto puede ser una mala caracterización de un archivo muy rico en formas de vida anteriores. ■

#### Referencias:

- <sup>1</sup>Hickman, C.S. and J.H. Lipps, Geologic youth of Galápagos Islands confirmed by marine stratigraphy and paleontology. *Science*, 1985. 227(4694): p. 1578-1580.
- <sup>2</sup>Steadman, D.W., et al., Chronology of Holocene vertebrate extinction in the Galápagos Islands. *Quaternary Research*, 1991. 36(1): p. 126-133.
- <sup>3</sup>Colinvaux, P.A., Climate and the Galapagos Islands. *Nature*, 1972. 240(5375): p. 17-20.
- <sup>4</sup>Collins, A.F., M.B. Bush, and J.P. Sachs, Microrefugia and species persistence in the Galápagos highlands: a 26,000-year paleoecological perspective. *Frontiers in Genetics*, 2013. 4: p. 269.
- <sup>5</sup>Finger, K.L., et al. Pleistocene Marine Paleoenvironments on the Galapagos Islands. in *GSA Abstracts with Programs*. 2007.

<sup>6</sup>Ragaini, L., et al., Paleocology and paleobiogeography of fossil mollusks from Isla Isabela (Galápagos, Ecuador). *Journal of South American Earth Sciences*, 2002. 15(3): p. 381-389.

<sup>7</sup>Johnson, M.E., P.M. Karabinos, and V. Mendia, Quaternary Intertidal Deposits Intercalated with Volcanic Rocks on Isla Sombrero Chino in the Galápagos Islands (Ecuador). *Journal of Coastal Research*, 2010: p. 762-768.

<sup>8</sup>Steadman, D.W., Holocene vertebrate fossils from Isla Floreana, Galápagos. *Smithsonian Contributions to Zoology*, 413: 104 pp.

<sup>9</sup>Chambers, S.M. and D.W. Steadman, Holocene terrestrial gastropod faunas from Isla Santa Cruz and Isla Floreana, Galapagos: evidence for late Holocene declines. *Transactions of the San Diego Society of Natural History*, 1986. 21(6): p. 89-110.

<sup>10</sup>Coffey, E.E.D., C.A. Froyd, and K.J. Willis, When is an invasive not an invasive? Macrofossil evidence of doubtful native plant species in the Galápagos Islands. *Ecology*, 2011. 92(4): p. 805-812.

<sup>11</sup>El debate del enfoque creacionista sobre la datación radiométrica se aparta del alcance de este trabajo, pero puede encontrarse un instructivo resumen en <https://grida.wordpress.com/2013/07/29/radiometric-dating/>

<sup>12</sup>ka = Miles de años antes del presente

<sup>13</sup>van Leeuwen, J.F., et al., Fossil pollen as a guide to conservation in the Galápagos. *Science*, 2008. 322(5905): p. 1206-1206.

<sup>14</sup>Ma = Millones de años antes del presente

<sup>15</sup>James, M.J., A new look at evolution in the Galapagos: evidence from the late Cenozoic marine molluscan fauna. *Biological Journal of the Linnean Society*, 1984. 21(1-2): p. 77-95.

<sup>16</sup>Steadman, D.W. and C.E. Ray, The Relationships of *Megaoryzomys curioi*, an Extinct Cricetine Rodent (Muroidea: Muridae) from the Galapagos Islands, Ecuador. *Smithsonian Contributions to Paleobiology*, 51: 24 pp.