

## La Paleogeografía del Caribe y sus Implicaciones para la Biogeografía Histórica: Cretácico a Eoceno Superior

Manuel A. Iturralde-Vinent  
Museo Nacional de Historia Natural

### ***Cretácico a Eoceno Superior***

La paleogeografía del Cretácico Inferior a Eoceno Superior es probablemente la más difícil de reconstruir, ya que para esta etapa existen distintas interpretaciones en cuanto a la posición de las placas y sus límites, y en consecuencia los modelos tectónicos del Caribe presentan las mayores disparidades. Para evaluar el estado del debate basta consultar a Jackson ed. (2002) y el sitio web del proyecto IGCP-433 Tectónica de Placas del Caribe ([www.ig.utexas.edu/CaribPlate/CaribPlate.html](http://www.ig.utexas.edu/CaribPlate/CaribPlate.html)). Dada esta situación, para elaborar los mapas paleogeográficos se adoptó el posicionamiento de los continentes según Lawver et al. (1999); y para fijar la posición de los límites convergentes entre placas (donde están situados los archipiélagos de islas volcánicas) se seleccionó la variante más cercana a los consensos logrados al respecto. Sobre esta base se elaboraron los mapas del Cretácico Inferior (~125 Ma), Cretácico Superior (~70 Ma) y Eoceno Inferior (~55 Ma), que respectivamente representan, las primeras islas caribeñas (Fig. 7), una etapa de máximo terrestre (Fig. 8), y un máximo marino (Fig. 9).

Desde el inicio del Cretácico y hasta el final del Eoceno (135 a 35 Ma) el escenario paleogeográfico del Caribe se distinguió bastante de la etapa anterior. En el contexto caribeño surgen una variedad de estructuras submarinas (crestas, plataformas, bajos, fosas) que complican el relieve, así como archipiélagos de islas volcánicas. La amplitud del mar Caribe aumenta, a la vez que tiene lugar la apertura y expansión del Atlántico sur. En general continúa el flujo de la corriente Circum-Tropical hacia el oeste, pero en un marco oceanográfico más complejo, debido a la apertura del Atlántico Sur, creando las condiciones para un amplio intercambio biótico entre los

organismos marinos del Tethys, el Atlántico, el Golfo de México, y el Pacífico. Estos movimientos de las faunas marinas se ejemplifican en las figuras 7, 8 y 9, en el caso de moluscos, decápodos y equinodermos (Scott, 1984; Smith, 1984; Sohl y Kollman, 1985; Ricardi, 1991; Johnson, 1999, Rojas et al., 1995). Las biotas terrestres continentales colonizan reiteradamente las islas del Caribe, pero al tratarse de tierras efímeras (no permanentes), dichas biotas perecen y son sustituidas al paso del tiempo por nuevos inmigrantes en las nuevas islas. Los mecanismos de dispersión de las biotas terrestres son variados, pero incluyen la migración por un puentes intercontinental que se establece por un breve lapso de tiempo. Esta evolución paleogeográfica fue generalmente caracterizada por Iturralde-Vinent y MacPhee, (1999) e Iturralde-Vinent, (2003a). A continuación se evalúan tres escenarios paleogeográficos característicos de esta etapa.

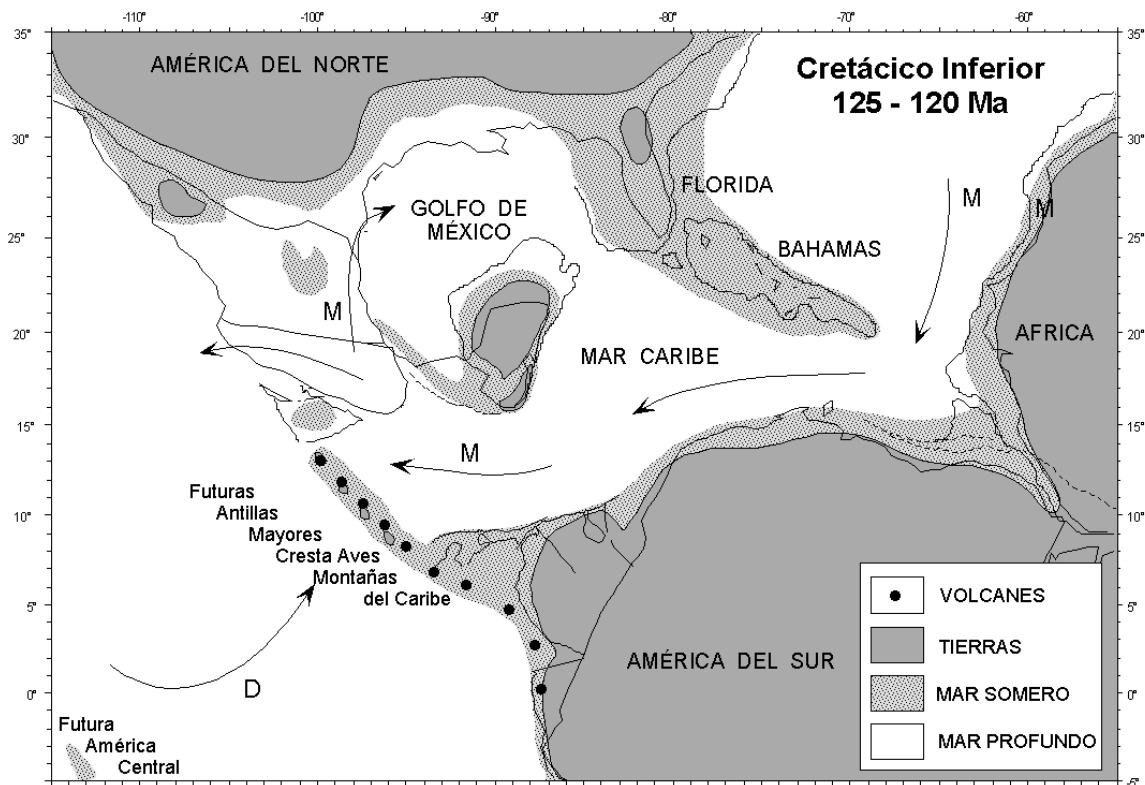


Figura 7. Mapa paleogeográfico del Cretácico Inferior. Las saetas sugieren posibles rutas migratorias marinas (D-decápodos, M-moluscos).

Cretácico Inferior. Al comienzo del Cretácico Inferior el Golfo de México ha alcanzado su máxima extensión estructural, ya que en el Berriasiano (~142 Ma) el bloque Maya (Yucatán) había alcanzado su posición actual respecto a Norteamérica (Marton y Buffler, 1999). Los principales cambios paleogeográficos están relacionados a la posición de la línea de costa y los ambientes marinos y terrestres, mientras se mantuvo bastante estable la comunicación con el Caribe, así como con el mar interior epicontinental que corría de norte a sur dentro de América del Norte (McFarland y Menes, 1991).

A excepción del Barremiano, cuando estuvo parcialmente expuesto, el bloque Maya evolucionó como una plataforma carbonatada aislada (Viniegra, 1981). El bloque Florida-Bahamas, que estuvo parcialmente expuesto en el Barremiano, evolucionó como una gran plataforma carbonatada hasta el Aptiano, cuando se subdividió en un número de plataformas menores separadas por canales de aguas profundas (Fig. 8; Khudoley y Meyerhoff, 1971; Salvador, 1991; Buffler y Hurst, 1995; Randazzo, 1997).

El margen continental de América del Sur (sin los terrenos andinos, Peñón-Dagua y Siquisique) evolucionó como una extensa planicie costera siliciclástica, eventualmente inundada por ambientes marinos epicontinentales, y la línea costera estuvo como regla situada en el interior del continente (Fig. 7; Pindell y Tabbutt. 1995; Cordiani et al. eds., 2000).

El Atlántico Norte y Central ya eran amplias cuencas oceánicas; pero la comunicación con el Atlántico Sur estuvo limitada hasta el Aptiano-Albiano, cuando se abrió un paso más amplio, que alcanzó una gran extensión en el Campaniano (Bullard, 1965; Berggrem y Hollister, 1974, Jones et al., 1995; Ricardi, 1991; Maisey, 2000).

Con respecto al Caribe, la máxima separación entre América del Norte (Bloque Maya) y América del Sur se alcanzó durante el Cretácico (Pindell y Kennan, 2001; Lawver et al., 1999), pero el escenario paleogeográfico marino entre ambos continentes sufrió continuas modificaciones del relieve. Estos cambiantes escenarios fueron provocados por el surgimiento y evolución de una serie de archipiélagos de islas volcánicas y no volcánicas,

crestas no volcánicas, elevados, cuencas y fosas profundas, que en general se desplazaban del oeste al este y sureste (Iturralde-Vinent y MacPhee, 1999).

Durante el Cretácico Inferior al menos dos archipiélagos de islas volcánicas estaban activos entre la América del Norte y del Sur, ambos dentro de los límites del Pacífico oriental colindante con el Caribe. Uno de ellos (hoy parte del basamento de América Central) se conoce de manera indirecta por la presencia de una secuencia estratigráfica del Albiano-Cenomaniano y más joven, compuesta de rocas sedimentarias marinas con detritos de rocas volcánicas; que hoy afloran en Costa Rica, pero se originó a lo largo del límite convergente occidental de la placa del Caribe (Calvo y Bolz, 1994<sup>a</sup>, b; Denyer y Kussmaul, 2000; Pindell y Kennan, 2001). Este archipiélago posiblemente tenía una limitada expresión superficial, pues no se han reportado depósitos terrestres del Cretácico en las secciones conocidas. Sin embargo, el hecho mismo de la existencia de detritos de materiales volcánicos de origen terrestre y de fragmentos de rocas volcánicas (Calvo y Bolz, 1994<sup>a</sup>, b), sugiere la existencia de islas con volcanes explosivos (Fig. 7; Denyer y Kussmaul, 2000). Este archipiélago estuvo situado, desde su surgimiento, a miles de kilómetros al oeste de su latitud actual, en el Pacífico oriental, y se mantuvo aproximadamente en la misma posición relativa hasta el final del Cretácico. Sólo a partir del Campaniano tardío-Maastrichtiano la placa del Caribe comenzó a intercalarse en el espacio entre los continentes de América del Norte y del Sur y dicho archipiélago se desplazó al norte y este (Figs. 7 y 8; Pindell y Kennan, 2001).

Otro archipiélago estaba situado en el límite convergente oriental de la placa del Caribe, representado por secuencias estratigráficas con rocas volcánicas, vulcanógeno-sedimentarias, sedimentarias y plutónicas del Cretácico, que hoy forman parte de los basamentos de las Antillas Mayores, las Antillas Menores, la cresta de Aves, y las montañas del Caribe (Fig. 7; Maurrasse, 1991; Pindell y Kennan, 2001). Esta estructura se originó entre la América del Norte y del Sur, cerca de la latitud que hoy ocupa América Central, al menos hasta el Campaniano tardío-Maastrichtiano. Desde

entonces comenzó a migrar hacia el Norte y al Este, en el frente convergente de la placa del Caribe (Fig. 7; Kerr et al., 1999; Pindell y Kennan, 2001).

La presencia de tierras emergidas en este archipiélago está confirmada por la abundancia de rocas detríticas en las secciones estratigráficas, incluyendo conglomerados (con granos de rocas volcánicas y plutónicas), provenientes de la erosión de tierras emergidas; así como por la existencia de varios hiatos y depósitos terrestres. Estos hechos fueron evaluados en detalle por Iturralde-Vinent y MacPhee (1999), quienes argumentaron cómo cada indicio de la existencia de tierras, estaba seguido en el tiempo por amplias evidencias de una transgresión marina posterior que hizo desaparecer aquellas islas. Ejemplo son los depósitos con restos de plantas terrestres del Neocomiano-Aptiano (Formación Los Ranchos de República Dominicana), que yacen discordantes por debajo de calizas de aguas poco profundas (Formación Río Hatillo), que contienen una rica asociación de organismos marinos del Albiano (Kesler et al., 1991; Iturralde-Vinent, 1997; Smiley, 2002).

Dentro de las secciones estratigráficas de este archipiélago de islas volcánicas se han reportado discordancias asociadas a hiatos, conglomerados y calizas marinas no sólo en el Aptiano-Albiano, sino también en el Santoniano y Campaniano temprano (Maurrasse, 1991; Iturralde-Vinent y MacPhee, 1999). Esto sugiere que en más de una oportunidad hubo tierras emergidas por un corto periodo de tiempo geológico ( $\sim 1$  a  $2$  Ma), pero no hay indicios de que dichas etapas de emersión abarcaran a toda la extensión del archipiélago (Iturralde-Vinent y MacPhee, 1999). Por eso el mapa del Cretácico Inferior (Fig. 7) en general representa el escenario paleogeográfico más común para casi todo el Cretácico pre-Campaniano.

Cretácico Superior Tardío. En contraste, el mapa paleogeográfico del final del Cretácico ( $\sim 70$ - $65$  Ma) refleja una situación de máxima ocurrencia de tierras emergidas (máximo terrestre) y extenso desarrollo de plataformas carbonatadas de aguas someras en el Maastrichtiano (Fig. 8 ).

El levantamiento del terreno, justo al finalizar la actividad volcánica en el Campaniano medio, es evidente en la actual América Central (Bloque Chorotega), y en los segmentos guatemalteco (Zona de Motagua-Polochic), cubano, jamaicano, dominicano y venezolano (Montañas del Caribe)(Maurrasse, 1990; Denyer y Kussmaul, 2000; MacPhee e Iturralde-Vinent, 1999). En las localidades mencionadas se observan deformaciones, metamorfismo y erosión profunda de las rocas pre-Maastrichtiano, asociados a discordancias angulares, hiatos, y acumulación de sedimentos terrestres y marinos de aguas poco profundas en las secciones estratigráficas del Campaniano tardío al Paleoceno temprano (Khudoley y Meyerhoff 1971; Mattson 1984; Maurrasse 1990; Iturralde-Vinent, 1994; Iturralde-Vinent y MacPhee, 1999; Denyer y Kussmaul, 2000). La abundancia de rocas clásticas en estas secciones sugiere la existencia de fuentes de aporte de sedimentos (tierras emergidas).

En el frente convergente sudoriental de la placa del Caribe (futura América Central) hubo eventos tectónicos de levantamiento y erosión entre el Santoniano y Maastrichtiano, evidente en una discordancia regional pre-Campaniano y otra intra Maastrichtiano, presentes en lo que es hoy la América Central meridional (Denyer y Kussmaul, 2000). Estos eventos tuvieron que determinar la formación de un relieve emergido, probablemente a manera de islas, pues desde el Campaniano se describen también depósitos de calizas someras. Sin embargo, aquellas tierras probablemente no produjeron una conexión física entre los continentes norte y sudamericanos, pues aquel archipiélago se encontraba aun muy lejos de una posición que facilitara tal comunicación (Fig. 8).

Este no es el caso del margen noroccidental de la placa del Caribe (futuras Antillas), donde las tierras emergidas estaban probablemente situadas en línea entre ambos continentes (Fig. 8). Sin embargo, en el Campaniano tardío-Maastrichtiano se desarrollaron depresiones marinas relativamente profundas, transversales al archipiélago finicretácico (v. gr. Cuenca Central y Cuenca Cauto-Nipe de Cuba), donde se depositaron rocas clásticas y carbonatadas (Khudoley y Meyerhoff, 1971; Iturralde-Vinent,

1994; Perera Falcón, 1996). Este escenario se refleja en el mapa de la figura 8, donde entre las áreas positivas (plataforma insular y tierras emergidas) del archipiélago se muestran algunos canales marinos que separan los sectores levantados.

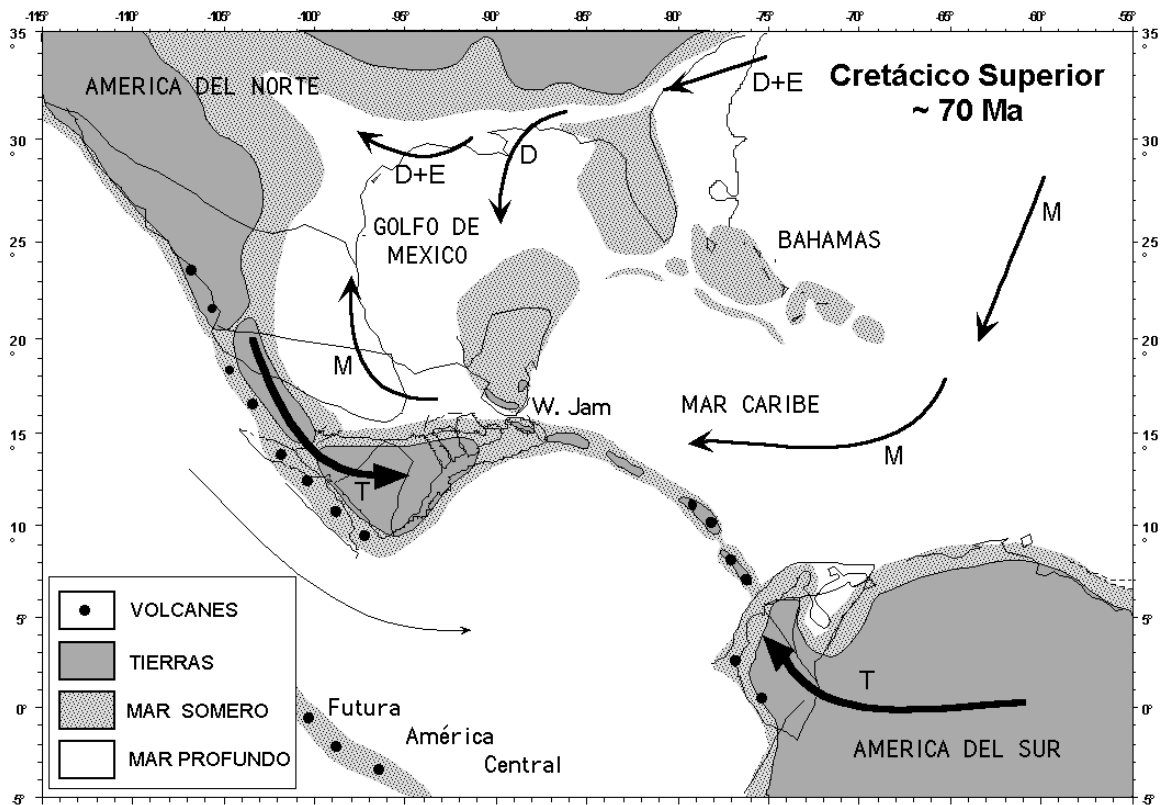


Figura 8. Paleogeografía del Cretácico Superior tardío. Las saetas sugieren posibles rutas migratorias marinas (D-decápodos, M-moluscos, E-equinodermos) y terrestres (T-tetrápodos).

No obstante, existen datos paleontológicos que permiten afirmar que entre el Campaniano tardío y el Paleoceno hubo un intercambio de tetrápodos terrestres entre América del Norte y del Sur (Lucas y Alvarado, 1986; Gayet et al., 1992; Gayet, 2001). Dicho intercambio pudo ocurrir en un escenario donde habían tierras emergidas cercanas unas a las otras (Fig. 8), cuando durante algún breve periodo de tiempo (en concordancia con alguna etapa de bajo nivel del mar) se formó un corredor o filtro (quizás tipo stepping stones) que permitió el intercambio de aquellas biotas terrestres.

Un evento particularmente especial en la evolución del Caribe fue el impacto de Chicxulub hace 65 millones de años, cuyos efectos en el clima y las biotas a nivel global han sido bien estudiados. Las consecuencias de este evento para el Caribe han sido objeto de un proyecto cubano-japonés, cuyas conclusiones principales se sintetizan a continuación (Tada et al. 2004). Cuando el impacto tuvo lugar, el escenario paleogeográfico era similar al que se ilustra en la figura 8. En el Caribe occidental, el impacto en Yucatán provocó un terremoto de gran intensidad, que generó enormes derrumbes en los márgenes continentales de Yucatán, la Florida, las Bahamas y el archipiélago Antillano del Cretácico; los cuales arrastraron cuantiosos detritos gruesos hacia el interior del Caribe, contaminando los fondos y las aguas. Después siguieron enormes olas (tsumanis), que adicionalmente barrieron las tierras bajas e incrementaron el volumen de detritos suspendidos en las aguas. A esto se añadieron las partículas emitidas por la explosión desde el cráter del impacto, y las lluvias cargadas de elementos venenosos. La combinación de todos estos efectos negativos, más los cambios climáticos, se puede inferir que debieron extirpar la mayoría, sino toda, la biota terrestre y marina del Caribe occidental, y probablemente del área caribeña y su entorno.

Paleoceno-Eoceno. El escenario paleogeográfico del Caribe, posterior al impacto, se ilustra en general en la figura 9. En aquella etapa del Paleoceno al Eoceno Superior temprano (65 a 37 Ma), no abundaban las tierras emergidas, y algunas islas volcánicas estaban situadas tanto en el área del Pacífico (futura Centroamérica), cuanto en la porción central del Caribe (futuras Cresta de Caimán, Cuba oriental, La Española, Puerto Rico, Cresta de Aves y Antillas Menores).

En las secuencias estratigráficas del Eoceno Inferior (55-50 Ma) en las Antillas Mayores dominan las rocas sedimentarias, volcánicas y volcanoclásticas marinas de aguas profundas, en menor grado las rocas clásticas derivadas de la erosión de terrenos emergidos (Khudoley y Meyerhoff, 1971; Maurrasse, 1991; Iturralde-Vinent y MacPhee, 1999). Al

menos en Cuba, es común observar un tránsito desde rocas clásticas hacia margas y calizas de mar profundo hacia arriba en los corte (Pushcharovski, 1988), localmente como lodos de globigerinas y radiolaritas (Fm. Toledo de Bronnimann y Rigassi, 1963). Esto sugiere que aquel archipiélago estaba formado por grupos de islas separados por canales de aguas profundas (Fig. 9). Incluso en el Eoceno Medio dominaron los depósitos de calizas, tanto en condiciones de aguas profundas como someras, lo cual sugiere la limitada presencia de tierras emergidas (Iturralde-Vinent, 1996, 1998). En estas condiciones, es poco probable que hubiese alguna barrera eficiente que limitara el paso de las corrientes marinas por el Caribe entre el Paleoceno y el Eoceno Superior; ni que existieran las condiciones para que se formara un puente o rosario de islas cercanas entre los continentes americanos.

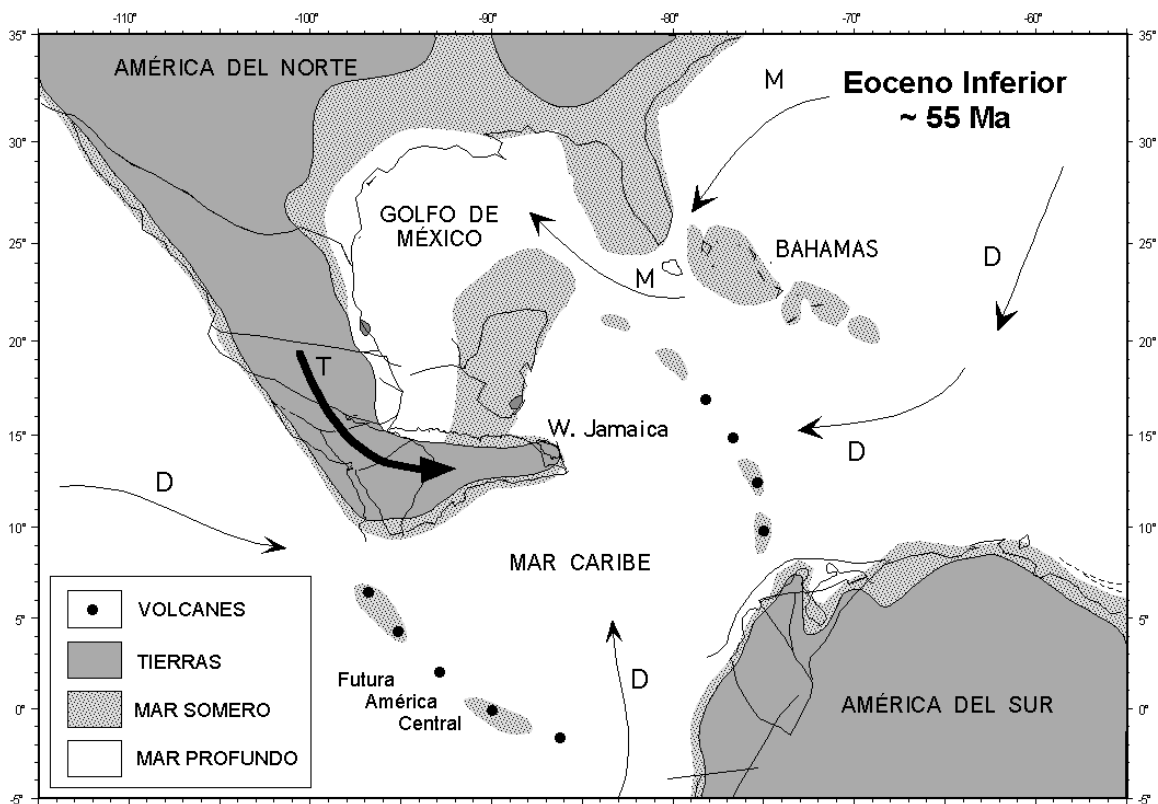


Figura 9. Paleogeografía del Eoceno Inferior. Las saetas sugieren posibles rutas migratorias marinas (D-decápodos, M-moluscos) y terrestres (T-tetrápodos).

Estas conclusiones entran en contradicción con las afirmaciones de Hedges (2001), de que la fauna de vertebrados terrestres del Eoceno encontrada en Jamaica (Domning et al. 1997), prueba que esa isla estuvo emergida en aquella época, y los animales que la poblaron (reptiles, rinocerontoides y sirénidos primitivos) llegaron allí transportados por balsas. Esta afirmación es errónea, como demostraron en su momento Iturralde-Vinent y MacPhee (1999), pues aquella fauna habitó lo que es hoy el basamento rocoso de Jamaica, en una época cuando dichos terrenos formaban parte de América Central septentrional (Fig. 9). Dicha fauna llegó a Centroamérica por tierra directamente desde América del Norte como se ilustra en la figura 9; y posteriormente, ya extinguida y fosilizada, como parte de las secuencias estratigráficas del Eoceno, fue transportada pasivamente hasta su lugar actual por el desplazamiento de la placa Caribe. Este es el escenario de Barco Funeral Vikingo descrito por McKenna (1973).