

Análisis tafonómico de los gasterópodos miocénicos de Cuba. Implicaciones paleobiogeográficas

Rafael Antonio López Martínez¹ rlopezm@ismm.edu.cu
Reinaldo Rojas Consuegra² rojas@mhnc.inf.cu

Resumen

El léxico estratigráfico cubano establece correlaciones entre las formaciones geológicas miocénicas Paso Real (región occidental), Lagunitas y Los Arabos (región central) y el Miembro Baitiquirí de la Formación San Antonio en la región oriental de Cuba, a partir de estudios micropaleontológicos. Se realizó, por primera vez en Cuba, un análisis tafonómico de los gasterópodos miocénicos pertenecientes a estas formaciones para esclarecer las relaciones paleobiogeográficas entre las mismas. Se logró caracterizar los procesos tafogénicos que afectaron a las entidades registradas, las cuales fueron agrupadas en dos tafosistemas. Los resultados sugieren que la localidad de Baitiquirí, en la región oriental, pertenecía en el Mioceno Inferior a un área paleobiogeográfica distinta, por las diferencias en su contenido paleontológico y en su evolución tafonómica respecto al resto de las localidades estudiadas.

Palabras clave

Gasterópodos, paleobiogeografía, tafonomía.

Recibido: enero 2008 / Aceptado: marzo 2008

¹ Instituto Superior Minero Metalúrgico, Las Coloradas s/n, Moa, Holguín, Cuba.

² Museo Nacional de Historia Natural, La Habana, Cuba.

Taphonomic analysis of Cuban miocenic gastropods. Palaeobiogeographical implications

Abstract

Cuban stratigraphic lexicon establishes correlations among the miocenic geological formations of Paso Real (western region), Lagunitas and Los Arabos (central region) and Baitiquirí, member of San Antonio formation in the eastern region of Cuba, just starting from micropalaeontological studies due to the very little availability of macropalaeontological ones. A taphonomic analysis of miocenic gastropods belonging to these formations was carried out for the first time in Cuba, to clarify the palaeobiogeographical relationship among them. It was achieved the characterization of taphogenic processes that affected the registered entities which were brought together in two taphosystems. The obtained results suggest that Baitiquirí locality, in the eastern region, belonged to a different palaeobiogeographical area in the Low Miocene because of the difference in its palaeontological content and taphonomic evolution with regard to the studied localities.

Key words

Gastropods, paleobiogeography, taphonomy.

INTRODUCCIÓN

El léxico estratigráfico cubano (Franco, 1994) establece correlaciones entre las formaciones geológicas miocénicas Paso Real (región occidental), Lagunitas y Los Arabos (región central) y el Miembro Baitiquirí de la Formación San Antonio en la región oriental de Cuba; estas correlaciones están apoyadas únicamente en datos aportados por estudios micropaleontológicos, ya que la disponibilidad de resultados macropaleontológicos es muy escasa.

El análisis de las características tafonómicas de entidades registradas permite conocer las condiciones tafogénicas, y por tanto, el medio donde evolucionaron y la forma en que lo hicieron estas entidades desde su memorización hasta el presente (Fernandez-López, 1998).

Los gasterópodos, dada su condición de organismos bentónicos estenobatimétricos (Meléndez 1998), se convierten en buenos indicadores de paleobatimetría; por otro lado, al ser sensibles a barreras geográficas que impiden su dispersión pudieran considerarse además indicadores paleobiogeográficos. Esto sugiere que el uso combinado de las características tafonómicas, unidas a las técnicas de la paleobiogeografía cladística puedan ser útiles para determinar correlación y evolución paleobiogeográfica partiendo del supuesto de que diferente evolución geológica quedará plasmada en las características tafonómicas de las entidades.

En este artículo se exponen los resultados del primer estudio tafonómico realizado en Cuba sobre fósiles de gasterópodos miocénicos existentes en las formaciones geológicas antes mencionadas con el objetivo de establecer las relaciones paleobiogeográficas existentes entre éstas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El material utilizado corresponde a gasterópodos de aguas someras, preservados fundamentalmente como moldes internos. Los puntos de muestreo pertenecen en su totalidad a formaciones de edad Mioceno, y se encuentran situados, uno en la parte occidental del país, tres en el centro y uno en la región oriental, según muestra la Figura 1.

El efecto Signor-Lips para la intensidad del muestreo en macrofósiles es prácticamente inevitable dada la disponibilidad de éstos, lo que conlleva a un sesgo en la información recopilada; por tal razón se realizó un muestreo de la mayor cantidad de muestras taxonómicamente identificables posibles en los afloramientos; para la reducción de dicho efecto no se llevaron a cabo conteos de individuos, sino que se utilizaron matrices de ausencia-presencia a nivel genérico. La totalidad de los fósiles muestreados fueron depositados en la colección paleontológica del Museo Nacional de Historia Natural de Cuba.

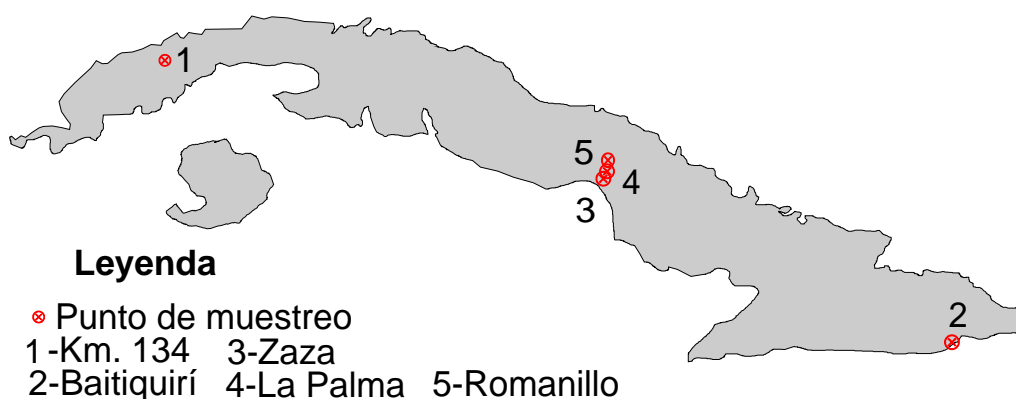


Figura1. Ubicación geográfica de los puntos muestreados

La localidad denominada Km 134, Miembro Baños de la Formación Paso Real (Iturralde-Vinent, 1972), está ubicada en la cuenca Los Palacios, en la provincia de Pinar del Río. Los sitios Zaza (Domo Zaza) y La Palma pertenecen a la Formación Lagunitas (Popov y Stancheva, 1978, citado por Kantchev et al., 1978) en la Cuenca Central, situados al sur y este de la ciudad de Sancti Spíritus, y la localidad Romanillo perteneciente a la Formación Los Arabos

(Iturralde-Vinent, 1966), también en la Cuenca Central. El punto Baitiquirí pertenece al Miembro del mismo nombre de la Formación San Antonio (Franco, 1976, citado por Nagy et al., 1976), provincia de Guantánamo.

Taxonomía

Debido a la alta tasa de recurrencia de moldes internos, fue necesario el uso de técnicas de identificación basadas en las características de éstos. Para ello se realizaron moldes internos de géneros actuales como material comparativo, lo que hizo posible la identificación taxonómica a nivel genérico.

Tafonomía

En la tafonomía el método utilizado fue el de observación directa e interpretación (Fernández-López, 1987), basado en los ejemplares individuales ya colectados (taxorregistros y taforregistros) y en las asociaciones de éstos (unidades taxo-taforregistráticas). Se tuvo en cuenta las características que reflejan procesos bioestratinómicos y fosildiagenéticos, como color del relleno, textura, disolución, neomorfismo, superficies pulidas y otros caracteres indicadores de tafoprocesos.

Como un taforregistro se tomó el resultado de clasificar los caracteres secundarios resultantes de la alteración tafonómica de un elemento registrado o un conjunto de ellos. Esto permite reconocer secuencias y discontinuidades tafonómicas en las unidades registráticas al comparar taforregistros de distintas localidades, generalizando tafonómicamente una región dada, sean o no, estratigráficamente sucesivas (Fernández-López, 1991).

Análisis estadístico

Para el análisis comparativo de las poblaciones tafónicas se empleó el índice de Simpson cuya expresión numérica es:

$$S = \frac{C}{N1}$$

donde S es el índice de Simpson, C el número de taxa comunes y Nl el número de taxa presentes en la muestra menor. Este índice se utiliza para minimizar el efecto de las diferencias entre el número de muestras en ambas poblaciones tafónicas (Cecca, 2002).

Se empleó además el índice de Jaccard, que establece la relación entre el número de taxa comunes de un rango taxonómico dado entre dos asociaciones y el número de taxa presentes en ambas (Cecca, 2002), y su expresión matemática es:

$$J = \frac{C}{(n1 + n2 - C)}$$

donde: C es el número de taxa comunes y $n1$ y $n2$ son el número de taxa de la muestra menor y mayor, respectivamente.

La utilización de ambos índices está dada porque el índice de Simpson enfatiza en las similitudes entre las poblaciones, mientras que el índice de Jaccard lo hace en las diferencias (Valentine, 1973).

El análisis cluster emplea la distancia *Dice* para las relaciones taxorregistráticas. Este coeficiente es recomendado para datos de ausencia-presencia y brinda mayor peso a las coincidencias entre ambas localidades (Hammer y Harper, 2006). La expresión matemática es:

$$D = 2M / (2M + N)$$

donde M son las taxa comunes y N el número total de taxa en una columna.

En el análisis cluster de las matrices tafonómicas se utilizó el índice de Raup-Crick (1979) para matrices de ausencia-presencia, que utiliza el procedimiento de Montecarlo.

El análisis cladístico hizo uso del análisis de parsimonia de Brooks, desarrollado por Wiley (1987, 1988) para la reconstrucción de áreas paleobiogeográficas.

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Atendiendo a las características tofonómicas se definieron cinco tafones: Domo Zaza (con dos tipos), La Palma, Romanillo, Paso Real y Baitiquirí.

Tafón 1 (Domo Zaza, Tipo 1): Moldes internos de color amarillo oscuro, con manchas de manganeso que recubren la mayor parte de la superficie de los ejemplares, teñidos de óxido de hierro. El material que forma el molde está compuesto de una caliza detrítica de grano medio a grueso, rica en litoclastos y granos minerales. En algunos casos presentan incrustaciones de Balánidos.

Tafón 1 (Domo Zaza, Tipo 2): Moldes internos de color crema. El relleno está formado por una caliza detrítica de grano medio a grueso, rica en litoclastos y granos minerales. Los procesos de teñido de hierro no están presentes en ellos, pero sí el manganeso en forma de dendritas.

Tafón 2 (La Palma): Moldes internos de color crema, formados por una caliza arcillosa detrítica, de grano medio a fino. Es distintivo un sombreado de color negro, que cubre algunas partes de los ejemplares, sin llegar a ser una película o pátina, sino que se encuentra más diseminada. Se observan frecuentes manchas de óxidos e hidróxidos de hierro.

Tafón 3 (Romanillo): Moldes internos de color crema, formados por una caliza arcillosa de grano fino. Son frecuentes las manchas de óxidos e hidróxidos de hierro, y dendritas negras de óxido de manganeso. Tiene como carácter distintivo el grado de deformación, manifiesto en un aplastamiento de los moldes paralelo al eje alargado de la espira, sin fragmentación de estos.

Tafón 4 (Paso Real): Moldes calcáreos recristalizados, dolomitizados, con grietas rellenas de calcita esparítica. En general, presentan una coloración que varía de color amarillo a crema, en partes con tonos naranja. Frecuentes dendritas negras de óxido de manganeso. La deformación está dada por grietas que fragmentan los moldes, principalmente paralelo al eje de enrollamiento de la espira.

Tafón 5 (Baitiquirí): Conchas preservadas por la sustitución en yeso. La matriz que rellena a las conchas está constituida por una caliza biodetrítica arcillosa, de color gris a crema, de aspecto traslúcido. El agrietamiento de los ejemplares está dado en dos patrones fundamentales: uno formado por grietas finas entrecruzadas y otro por grietas en forma dendrítica o de redecilla.

Procesos tafogénicos

Los procesos tafogénicos son el conjunto de transformaciones por las que atraviesa una entidad hasta su registro, imprimiéndoles características tafonómicas que reflejan los eventos por los que ha pasado (Fernandez-López, 1984). En las unidades muestreadas los principales fueron: disolución, oxidación, deformación, sustitución, neomorfismo, recristalización y bioturbación.

Disolución

Las entidades analizadas, exceptuando el tafón de Baitiquirí, se presentan como moldes internos, evidenciando que durante el proceso de fosildiagénesis existió interacción de las conchas con las aguas vadasas dada por la permeabilidad de las rocas, así como la composición aragonítica de la concha de la mayoría de los gasterópodos. Este proceso no ha sido de igual magnitud en todas las entidades y tafones. El tafón perteneciente al Miembro Baños de la Formación Paso Real, se caracteriza por la disolución de la mayor parte de la concha, aunque persisten relictos de ella (MNHNCu-P892, MNHNCu-P904) La mayoría de los relictos se encuentran en las conchas de *Strombus* sp., que presenta una concha robusta, lo que parece haber limitado la disolución y favorecido el proceso de epigenización del aragonito a calcita, menos soluble.

Oxidación

Este proceso se evidencia de diversas maneras, fundamentalmente, en manchas de óxido de hierro y de manganeso, con forma y extensión variable. En el Tafón 1 (Domo Zaza - tipo1) este proceso adquiere mayor fuerza, y se refleja como una pátina de manganeso, que recubre un alto porcentaje de la superficie de los moldes y le confiere un color negruzco. Poseen además, manchas de óxidos e hidróxidos de hierro que le producen coloración amarillo-naranja, contrastante con la del resto de los tafones. En otros ejemplares se evidencian algunas dendritas negras de manganeso.

Deformación

En el Tafón 4 es donde se hace más visible el proceso de deformación, aunque ésta adopta dos tipos distintos; el primero, caracterizado por la deformación del molde sin fracturas de mayor consecuencia, mostrando que al deformarse no estaban del todo litificados, sino que se encontraban en un estadio temprano de diagénesis; incluso se pueden observar estructuras de colapso de la concha (sutura), sugiriendo la presencia de esta antes de la deformación.

El segundo tipo de deformación, presente en el Tafón 5, está dada en la deformación por bloques rígidos, cada uno limitado por grietas formadas después del proceso de litificación, pues el coeficiente de plasticidad fue superado en la deformación, fracturándose en sectores. Así, se delimitan dos deformaciones en distintos grados de diagénesis; el primer tipo parece deberse a presión litostática en el proceso de compactación, y el segundo, a procesos posteriores, posiblemente asociados a procesos tectónicos y a la dolomitización presente en ellas.

Sustitución

Este proceso se identificó en la localidad de Baitiquirí, donde la concha aragonítica de los gasterópodos se sustituye por yeso, en un medio rico en este mineral, sustituyendo total y completamente las conchas.

Neomorfismo

Como se describió en el tafón correspondiente al Km 134, existen relictos de conchas en algunos ejemplares (MNHNCu-P892, MNHNCu-P901, MNHNCu-P904), aunque éstos no se presentan como aragonito (originales), sino como calcita, evidencia de un neomorfismo de aragonito a calcita, más estable.

Recristalización

Fundamentalmente en las entidades registradas de Km 134, las grietas se encuentran rellenas de calcita esparítica. El material que forma el molde, posee un alto grado de cementación y una mayor densidad que las restantes familias tafónicas.

Bioturbación

Los procesos de bioturbación son muy frecuentes en el Tafosistema 1 (correspondiente a las localidades La Palma, Domo Zaza, Romanillo y Km. 134). Este es variable, y consiste en incrustaciones de Balánidos (Figura 2), acción de litófagos (Figura 3), e implantación de vermes.



Figura 2. Implantación de balánidos sobre un molde de *Melongena* sp.



Figura 3. Acción de litófagos sobre moldes internos.

Retroalimentación tafonómica

En el Tafón 1 se observan huellas de incrustación de *Balanus* sp. (crustáceos cirrópodas) sobre algunos moldes (MNHNCu-P1676, MNHNCu-P1679, MNHNCu-P1682), tal como ilustra la figura 2. Este hecho indica que la entidad (moldes colonizados) fue memorizada y disuelta su concha antes de la colonización de los balánidos. Estas entidades registradas no presentan signos de transporte que evidencie una reelaboración tafonómica, lo que trae como implicación directa que sea considerada como una entidad autóctona.

Por otro lado, las entidades se encuentran dentro de la misma área de distribución del taxón, evidencia de que es una entidad démica. Al ser entidades démicas y autóctonas se descarta que pueda haber existido reelaboración tafonómica (Fernández-López, 1987).

Este caso de retroalimentación tafonómica muestra que la exposición de las entidades (moldes) a la Zona Tafonómica Activa (Farinati, 2005) fue de nivel intermareal a submareal muy somero, por ser este el hábitat de los balánidos.

Los balánidos están conservados sobre los moldes de *Melongena* sp., y especialmente, en el último tercio de la vuelta del molde; esta posición específica parece indicar la ocurrencia de orientación biostratinómica (y quizás fosildiagenética) de las conchas. Al parecer, después de la producción biogénica, con el comienzo del rellenamiento de las conchas de *Melongena* sp., el centro de masa de la concha es desplazado hacia el extremo diametralmente opuesto al tercio colonizado. Esto conduce a la reorientación de la concha durante el enterramiento, quedando con el tercio de la vuelta paralelo a la superficie horizontal. No se descarta la influencia de los procesos de reordenamiento que ocurren en las aguas someras por acción de las olas.

Sucesión tafogénica deducida

Del hecho anterior es posible deducir una sucesión tafonómica (Figura 4) ocurrida en el siguiente orden:

1. La entidad paleobiológica se encuentra en su hábitat donde muere (producción biogénica).
2. Los procesos bioestratinómicos hacen que la concha se oriente, comienza el relleno y sepultura de la concha (reorientación, enterramiento).
3. Es litificado el relleno formando el molde interno (producción tafogénica), quedando este sepultado, mientras las aguas subterráneas disuelven la concha, resultando memorizado sólo el molde interno (redundancia tafonómica).
4. Ocurre una erosión, al parecer subacuática, quedando expuesto el molde en el fondo marino, ocurriendo la colonización de los balánidos sobre el sustrato duro, que incluye los moldes de *Melongena* sp.
5. Sepultamiento de la sucesión (memorización de la sucesión tafogénica). Posterior remoción antrópica de los *Balanus* sp.

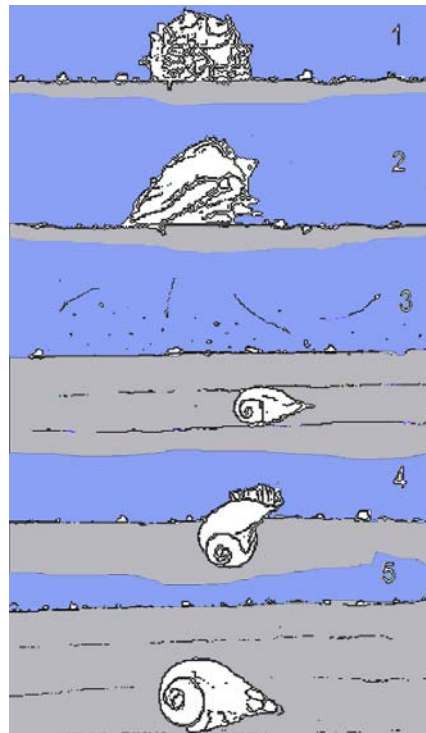


Figura 4. Sucesión tafogénica de la implantación de balánidos sobre moldes de *Melongena* sp.

Un proceso similar debió ocurrir con las huellas registradas de organismos litófagos. La presencia de balánidos sobre los moldes, indica que la roca después de haber sido litificada, estuvo expuesta en el fondo marino a escasa profundidad, posiblemente llegando hasta la zona intermareal.

Unidades Taxorregistráticas

Las relaciones taxorregistráticas de las unidades muestreadas se observan en la Tabla 1. Por otra parte, las relaciones entre la presencia y ausencia de las taxa de las diferentes localidades se han representado en forma de dendrograma (Figura 5). Taxorregistráticamente, se evidencia que los paleobiotemas de la localidad Paso Real (Fm. Paso Real) y la localidad Domo Zaza (Fm. Lagunitas) eran muy similares. El índice de Simpson calculado para estas localidades es igual a 75 %, lo que indica el alto grado de similitud taxonómica que presentan entre sí.

Tabla 1. Composición taxonómica de las localidades muestreadas. En azul la presencia y en blanco la ausencia.

Localidad/especie	Baitquirí	Romanillo	Domo Zaza	La Palma	Paso Real
<i>Conus</i> sp.					
<i>Conus</i> cf. <i>recognitus</i>					
<i>Oliva lisa</i>					
<i>Siphocypraea</i> cf. <i>Angustina</i>					
<i>Turritella</i> cf. <i>variegata</i>					
<i>Polinices brunneus</i>					
<i>Xenophora</i> cf. <i>Conchillophora</i>					
<i>Scalina</i> sp.					
<i>Buccinidae</i> sp. 2					
<i>Mitra (Tiara) almagrensis</i>					
<i>Strombus</i> sp.					
<i>Conus</i> cf. <i>sierrai</i>					
<i>Melongena</i> cf. <i>melongena</i>					
<i>Melantria ypresiana</i>					
<i>Buccinidae</i> sp. 1					
<i>Polinices</i> cf. <i>robustus</i>					
<i>Conus aemulator</i>					
<i>Olivella</i> cf. <i>wilsoni</i>					
<i>Turritella subgrundifera</i>					
<i>Sconcia</i> cf. <i>laevigata</i>					

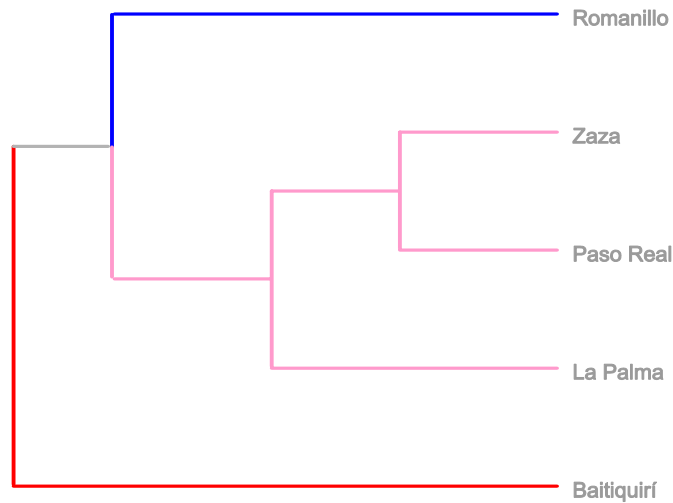


Figura 5. Análisis cluster de las relaciones taxorregistráticas. Distancia de Dice.

La localidad La Palma (Fm. Lagunitas) guarda similitud con Paso Real y Domo Zaza, pues tiene en común con ambas cinco taxobiotemas, corroborando la semejanza de los paleoambientes deducidos. El cálculo del índice de Simpson para estas localidades es igual a 75 %. Por otro lado, con Romanillo (Fm. Arabos) comparte cinco taxobiotemas, distintos a los compartidos con las localidades previas. Esto puede obedecer a una evolución en el paleoambiente hacia la parte baja del Mioceno Inferior. El índice de Simpson tiene valor de 71%. Por último, la localidad Baitiquirí (Mbro. Baitiquirí) no tiene coincidencia taxorregistrática con ninguna de las cuatro anteriores, evidenciándose claras diferencias en cuanto a condiciones paleoambientales en esta etapa (Tabla 2).

Tabla 2. Valores del Índice de Jaccard para las localidades muestreadas.

	Roma- nillo	Domo Zaza	La Palma	Paso Real	Baiti- quirí
Romanillo	/////	0,07	0,31	0,15	0
Domo Zaza	0,07	/////	0,37	0,60	0
La Palma	0,31	0,37	/////	0,47	0
Paso Real	0,15	0,60	0,47	/////	0
Baitiquirí	0	0	0	0	/////

Los valores del índice de Jaccard reafirman el resultado obtenido mediante el análisis cluster. Las relaciones taxorregistráticas de mayor solidez son las de Domo Zaza-Paso Real, seguidas por las de La Palma-Paso Real. La localidad de Baitiquirí continúa totalmente separada de las demás, en cuanto a contenido faunístico.

Unidades Taforregistráticas

Los caracteres tomados en cuenta para la demarcación de los taforregistros se presentan en una matriz de ausencia - presencia de las localidades muestreadas (Tabla 3).

Tabla 3. Ausencia-presencia de los caracteres tafonómicos. En azul la presencia y en blanco la ausencia.

	Domo Zaza -T1	Domo Zaza -T2	La Palma	Romanillo	Km. 134	Baitiquirí
Color Amarillo	Presente	Ausente	Ausente	Ausente	Presente	Ausente
Color Crema	Ausente	Presente	Presente	Presente	Ausente	Presente
Molde	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Ausente
Concha	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Presente
Carbonato	Presente	Presente	Ausente	Ausente	Presente	Ausente
Yeso	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Presente
Patina Mn	Presente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Sombra Mn	Ausente	Ausente	Presente	Ausente	Ausente	Ausente
Mancha Mn	Presente	Ausente	Presente	Presente	Ausente	Ausente
Deformación T1	Ausente	Ausente	Ausente	Presente	Ausente	Ausente
Incrustación	Presente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Sustitución	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Presente
Grietas rellenas	Ausente	Ausente	Ausente	Presente	Presente	Presente
Dendritas	Ausente	Presente	Ausente	Presente	Presente	Presente
Deformación T2	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Presente	Presente
Matriz Arcillosa	Ausente	Ausente	Presente	Presente	Ausente	Ausente
Dolomitización	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Presente	Ausente
Grano Fino	Ausente	Ausente	Presente	Presente	Presente	Presente
Grano Fino-Grueso	Presente	Presente	Ausente	Ausente	Presente	Ausente

Estos caracteres son suficientemente informativos para delimitar los tafones correspondientes, por lo que se muestran las relaciones entre tafones por medio de un dendrograma (Fig. 6).

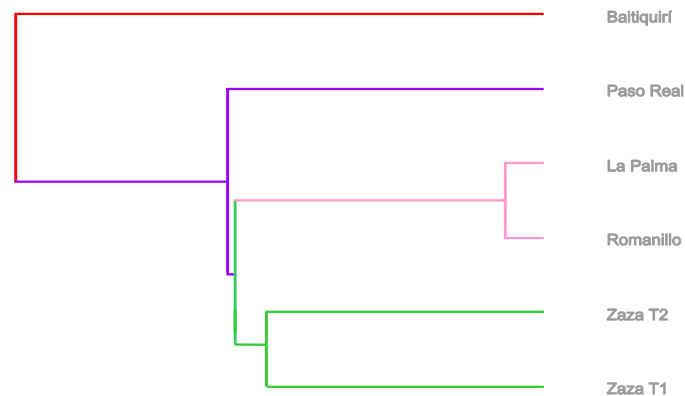


Figura 6. Análisis cluster de las relaciones taforregistráticas. Distancia Raup-Crick.

Así, los conjuntos de entidades registradas analizadas pueden ser agrupadas en las poblaciones tafónicas, distinguidas en el dendrograma.

Las relaciones establecidas muestran que las poblaciones tafónicas de Domo Zaza T1, Zaza T2 (Fm. Lagunitas), Romanillo (Fm. Arabos), La Palma (Fm. Lagunitas) y Km 134 (Mbro. Baños, Fm. Paso Real) son cercanas entre sí. Según sus caracteres tafonómicos, comparten los procesos de disolución, oxidación y el material que forma el molde es similar (ver descripción de los tafones).

Domo Zaza T2 (Fm. Lagunitas) por su parte, se diferencia de Domo Zaza T1, Romanillo y La Palma, separándose en el dendrograma por el grado de oxidación, presencia de pátinas en la superficie de los moldes que les imprime un color amarillo naranja, y además, exhibe organismos incrustantes (crustáceos cirrópodos). Estas entidades registradas se encuentran en la misma área de Domo Zaza T1 (Fm. Lagunitas), de donde se deduce que han actuado sobre ellas similares procesos, como los reflejados en la disolución y la oxidación.

De esta situación se deriva, que si bien los procesos tafonómicos fueron los mismos, la intensidad de ellos fue diferente. Esto está dado porque la alteración tafonómica favorece a un conjunto de caracteres más que a otros, diferenciándose y haciendo posible

la *politipia*. Se señala, que los distintos tipos de elementos conservados que representan esta *politipia* son realmente tipos conservativos de un mismo tafón (Fernández-López, 1989). Por esto, Domo Zaza (Fm. Lagunitas), que posee dos estados conservativos de un mismo tafón, puede considerarse una misma población tafónica, con los tipos: Domo Zaza T1 y Domo Zaza T2. Esta diferenciación ocurrió, al parecer, en la última fase de la tafonización, en la que los procesos tafonómicos de alteración por intemperismo hacen que se muestren en Domo Zaza T2 (Fm. Lagunitas) caracteres marcados fundamentalmente por una oxidación más fuerte. Se aprecia en las pátinas de manganeso, y en el color amarillo naranja intenso, al parecer por presentar un porcentaje más alto de óxidos e hidróxidos de hierro.

La población tafónica de la localidad Baitiquirí, se encuentra separada del resto y está formada por conchas sustituidas por yeso (Tabla 3). El material que rellena la concha es calcáreo-arcilloso-yesífero. Esto muestra procesos y ambientes tafogénicos deducidos, distintos de los del resto de las localidades descritas. En esta población tafónica los procesos tafonómicos de disolución y oxidación no ocurrieron, sino que se evidencia particularmente la sustitución por yeso.

Se determinaron por tanto, cinco poblaciones tafónicas, de las cuales cuatro comparten un mismo ambiente tafonómico, pero con variaciones en los diferentes subambientes. Estas poblaciones están constituidas por moldes internos, formados por material calcáreo arcilloso (contenido variable de arcilla), de colores amarillos y cremas, que pueden ser agrupadas en un Tafosistema al que denominamos Tafosistema 1. Otra población, perteneciente a la localidad de Baitiquirí (Mbro. Baitiquirí), que no comparte, como se señaló, este ambiente tafonómico y se ubica en el Tafosistema 2.

Estos resultados indican, que aunque todas las formaciones muestreadas pertenecían a ambientes de aguas someras y tienen la misma edad, las condiciones de formación y evolución posterior fueron muy distintas.

El cladograma de las relaciones taxorregistráticas de las localidades muestreadas, sugiere que la localidad de Baitquirí se encontraba en un área paleobiogeográficas distinta de las otras localidades (Figura 7).

El alto grado de diferenciación taxonómica es indicador de un flujo de información muy escaso entre las poblaciones, lo que sugiere simpatría (López-Martínez, 2000). Teniendo en cuenta que el modo de dispersión de los gasterópodos es el medio marino, el área que ocupaba la localidad de Baitquirí debió estar separada del resto de las localidades por barreras de dispersión, como muestra el mapa paleobiogeográfico (Figura 8).

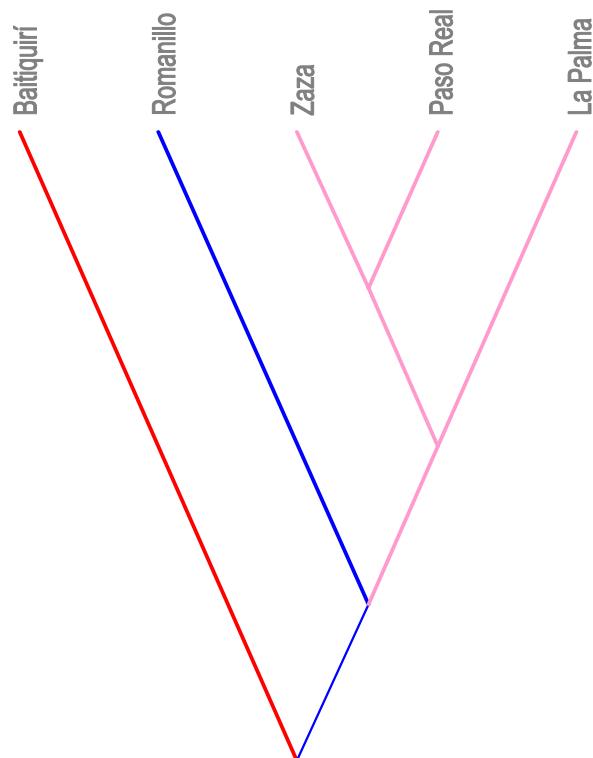


Figura 7. Cladograma de las relaciones taxorregistráticas de las áreas muestreadas.

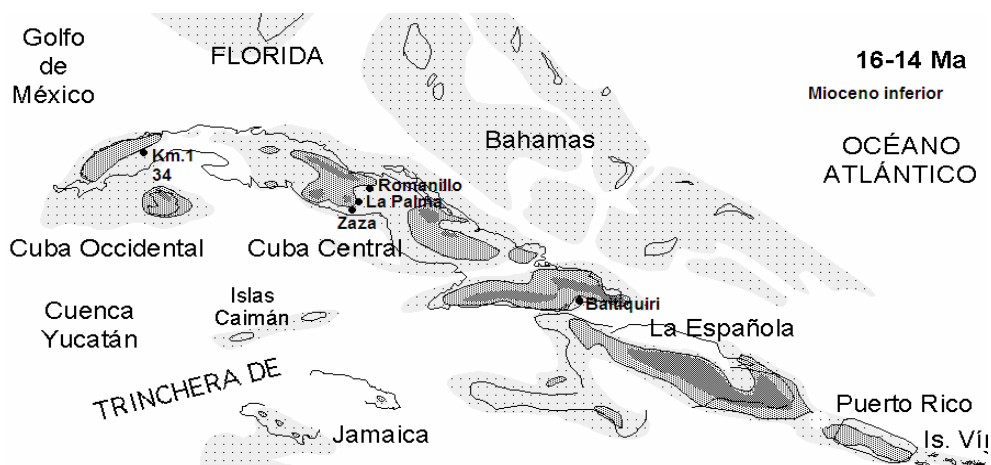


Figura 8. Reconstrucción Paleobiogeográfica de Cuba en el Mioceno Inferior. Ligeramente modificado de Iturralde-Vinent (2004).

Los resultados sugieren que la localidad de Baitiquirí pertenecía en el Mioceno Inferior a un área paleobiogeográfica distinta, por lo que su contenido paleontológico y evolución tafonómica fueron muy diferentes del resto de las áreas muestreadas.

CONCLUSIONES

Las localidades de Domo Zaza y La Palma (Fm. Lagunitas) y Romanillo (Fm. Arabos), pertenecientes a la Cuenca Central, y la localidad Km 134 (Mbro. Baños) de la Cuenca de Los Palacios, son correlacionables, pues forman parte de un mismo Tafosistema y poseen un alto grado de coincidencia taxobiotémica. Por el contrario, la localidad Baitiquirí (Mbro. Baitiquirí) es correlacionable sólo temporalmente (cronocorrelación) con las anteriores, pues pertenece a otro Tafosistema y no posee coincidencias taxobiotémicas, dada su ubicación en un área paleobiogeográfica distinta, con paleoambiente desfavorable para la dispersión de los taxobiotemas.

AGRADECIMIENTOS

Este artículo forma parte de las investigaciones del Proyecto *Biodiversidad paleontológica del archipiélago cubano: bases cartográficas y conservacionistas* de la Agencia de Medio Ambiente (CITMA). Queremos agradecer además al MSc. Stephen Díaz Franco por su ayuda en la elaboración de los esquemas del presente trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CECCA, F. 2002. *Palaeobiogeography of marine fossil invertebrates. Concepts and methods*. Taylor & Francis, New York.
- FARINATI, E., SPAGNOULO, J., ALIOTTA, S. 2005. Tafonomía comparativa de moluscos en la costa del estuario de Bahía Blanca, Argentina. En: 4ta Reunión de Tafonomía y Fosilización. Martinell, Domenech, Gibert (eds.). Barcelona: pp105-106.
- FRANCO, L. (ED) 1994. *Léxico estratigráfico de Cuba*. Instituto de Geología y Paleontología. La Habana. 658 p.
- FERNÁNDEZ-LÓPEZ, S. 1984. Nuevas perspectivas de la Tafonomía evolutiva: tafosistemas y asociaciones conservadas. *Estudios Geológicos*, 40 (1983): 215-224.
- 1987. Necrocinesis y colonización posmortal en Bajocisphinctes (Ammonoidea) de la Cuenca Ibérica. Implicaciones paleoecológicas y paleobatimétricas. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural, (serie Geología)*, 82: 151-184.
- 1989. La materia fósil. Una concepción dinamicista de los fósiles. En: *Nuevas tendencias: Paleontología* (Ed. E. Aguirre). Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid: 25-45.
- 1991. Taphonomic concepts for a theoretical biocronology. *Revista Española de Paleontología* 6, 37-49.
- 1998. Tafonomía y Fosilización. En: *Tratado de Paleontología* (Ed. B. Meléndez, 1998). Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid: 51-107.
- HAMMER, O. Y HARPER D. 2006. *Paleontological data analysis*. John Wiley & Sons, Chichester. 162 p.
- ITURRALDE-VINENT, M, 1966. Comentarios a la obra Geología de Cuba del Instituto Cubano de Recursos Minerales. *Rev. Tecnol.*, La Habana, 4(5):18-21.
- 1972. Principales características de la estratigrafía del Oligoceno y Mioceno Inferior de Cuba. *Rev. Tecnol.*, La Habana, 10(3-4):24-36.
- 2004. La Paleogeografía del Caribe y sus implicaciones para la Biogeografía Histórica. En: M. Iturralde-Vinent (Ed.) *Paleogeografía y Biogeografía de Cuba y el Caribe*. Museo Nacional de Historia Natural, La Habana. Primera Edición Digital (CD ROM).

- KANTCHEV, IL.; BOYANOV, I.; GORANOV, A.; IOLKICHEV, N.; CABRERA, R.; KANAZIRSKI, M.; POPOV, N. Y STANCHEVA, M. 1978. Geología de la provincia de Las Villas. Resultados de las investigaciones geológicas y levantamiento geológico a escala 1:250 000, realizado durante el período 1969- 1975. Brigada Cubano-Búlgara. Inst. Geol. Paleont., Acad. Cienc. Cuba, La Habana (inédito).
- LÓPEZ-MARTÍNEZ, N., 2000. *Paleontología*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid: 145 pp.
- MELÉNDEZ, B. (ED), 1998. Tratado de Paleontología. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid, Tomo 1.
- NAGY, E.; BREZSNYANSZKY, K.; BRITO, A.; COUTIN, D.; FORMELL, F.; FRANCO, G. L.; GYARMANTI, P.; JAKUS, P. Y RADO CZ, GY. 1976. Texto explicativo del mapa geológico de la provincia de O-riente a escala 1:250 000. Inst. Geol. Paleont., Minist. Indust. Bas., La Habana (inédito)
- RAUP, D. & R.E. CRICK. 1979. Measurement of faunal similarity in paleontology. *Journal of Paleontology* 53 :1213-1227.
- VALENTINE, J.W., 1973. *Evolutionary paleoecology of the marine biosphere*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New York.
- WILEY, E. O., 1987. Methods in vicariance biogeography, in: P. Hovenkamp *et al.* (eds.), *Systematics and evolution: A matter of diversity*, Institute of Systematic Botany, Utrecht University, Utrecht. pp. 283-306.
- 1988. Vicariance biogeography. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 19: 513-542.