



Patrones de distribución de morfogrupos de foraminíferos bentónicos como discriminadores de biofacies en la Formación Cubagua, Península de Araya, (Venezuela Oriental)

Benthic foraminifera morphogroups distribution patterns as biofacies discriminations in the Cubagua Formation, Araya Peninsula (Eastern Venezuela)

ALICIA PÉREZ¹

JOHANN FERNANDES²

*Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ingeniería, Escuela de Geología, Minas y Geofísica
Los Chaguaramos, Caracas, Venezuela*

¹Email: aliciapm@cantv.net

²Email: johann_fernandes@cantv.net

PÉREZ, A. & FERNANDES, J. (2006): Patrones de distribución de morfogrupos de foraminíferos bentónicos como discriminadores de biofacies en la Formación Cubagua, Península de Araya, (Venezuela Oriental).- GEOLOGÍA COLOMBIANA, 31, pp. 3-10, 4 Figs., Bogotá.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es el estudio de la distribución de los morfogrupos de foraminíferos bentónicos en la secuencia neógeno cuaternaria de la Formación Cubagua, en el extremo occidental de la península de Araya, noreste de Venezuela.

Diez agrupaciones morfológicas o morfogrupos, denominados: Cónico, aplanado-elongado, plano-convexo, planispiral-circular, biumbilicado, ovoidal, esférico, cilíndrico, biconvexo y miliolino, se definieron en base al estudio de la forma y geometría externa (morfortipo), que exhiben los distintos foraminíferos bentónicos dentro del conjunto fósil reconocido, independientemente del nivel taxonómico de los mismos.

El análisis estadístico de la presencia de los morfogrupos en las secciones estudiadas permitió distinguir un patrón de distribución común, el cual permite discriminar tres intervalos estratigráficos en la secuencia de la Formación Cubagua, los cuales corresponden a tres biofacies definidas a partir de la tendencia proporcional que muestran los morfogrupos en estos intervalos. La Biofacies B1, caracteriza los sedimentos arcillosos del Miembro Cerro Verde como más antiguo, y son atribuidos a depósitos de talud superior. Esta biofacies está definida por un predominio de los morfogrupos Cilíndrico y Ovoidal. La Biofacies B2, caracterizada por una abundante ocurrencia de formas Biumbilicadas, delimita el intervalo transicional entre los miembros Cerro Verde y Cerro Negro de la Formación Cubagua. La Biofacies B3, caracteriza los sedimentos limosos calcáreos más jóvenes de esta formación, correspondientes al Miembro Cerro Negro, atribuidos a depósitos de plataforma interna. Esta biofacies está definida por una abundante ocurrencia de formas Plano convexas. Las formas Cónicas y Aplanadas-elongadas son las formas predominantes sobre toda la secuencia de esta formación.

El estudio determina un patrón de adaptación de la morfología de la concha a condiciones ambientales específicas para el Mioceno-Pleistoceno, análoga a los distintos estudios realizados con anterioridad para el Reciente.

Palabras clave: *foraminíferos bentónicos, biofacies, análisis de conglomerados, Cubagua, morfogrupos.*

ABSTRACT

The objective of this work is the study of the distribution of morphogroups of benthic foraminifera in the Neogene-Pleistocene sequence of the Cubagua Formation, Araya peninsula, northeastern of Venezuela. Ten morphogroups, denominated: Tapered, flattened-elongate, plano-convex, rounded-planispiral, biumbilicate, ovoidal, spherical, cylindrical, biconvex and milioline, were defined based

on the test form and the external geometry (morphotype) of the benthic foraminifera assemblage, independently of the taxonomic level. The statistical analysis of the occurrence of the morphogroups in the studied sections defines a common distribution pattern which discriminates three stratigraphic intervals in the Cubagua Formation sequence that corresponds to three biofacies defined from the proportional tendency which shows the morphogroups intervals. The Biofacies B1, characterizes argillaceous sediments of the Cerro Verde Member attributed to deposits of bathyal environments. These biofacies are defined by the predominance of the Cylindrical and Ovoid morphogroups. The Biofacies B2, characterized by an abundant occurrence of Biumbilicate forms that creates a transitional interval between the Cerro Verde y Cerro Negro members of the Cubagua Formation. The Biofacies B3, composites by calcareous muddy sediments of the Cerro Negro Member, attributed to internal platform environments. These biofacies are defined by an abundant occurrence of Plano-convex tests. Nevertheless the Tapered and Flattened-elongate morphogroups are the predominant forms in all the sequence. This study determines a pattern of adaptation of the morphology of the shell to a Miocene-Pleistocene environmental conditions analogous to the different studies made it from the Holocene.

Key words: *benthic, foraminifera, cluster, Cubagua, morphogroups*

INTRODUCCION

La presencia de asociaciones de especies de foraminíferos bentónicos dentro del registro fósil, ha sido el principal lineamiento en la definición y estudio de biofacies. Sin embargo, estudios realizados por SEVERIN (1983), CORLISS & CHEN (1988), entre otros, realizaron estudios sobre la distribución de foraminíferos bentónicos recientes en el piso oceánico, y han demostrado que independientemente del nivel taxonómico, la forma externa o morfotipo que exhiben los foraminíferos bentónicos, depende directamente de las condiciones de sus microhabitats, por lo que, los patrones de distribución de los distintos morfotipos pueden servir como discriminadores de biofacies definidos como asociaciones de morfotipos.

De esta forma, el estudio de los morfotipos de los foraminíferos bentónicos tendría una ventaja sobre los estudios tradicionales y es, que estos no dependen de cambios ambientales específicos definidos para niveles taxonómicos particulares, en los cuales comúnmente se observan discrepancias, si no que estos serán reflejo natural de las condiciones paleoambientales regionales y globales que afectaron indistintamente a toda la comunidad viviente. Basado en ello, el objetivo de este estudio es discriminar posibles biofacies dentro de la secuencia de la Formación Cubagua con base en el análisis de la distribución de los morfotipos de foraminíferos bentónicos.

La Formación Cubagua, definida inicialmente por DALTON (1912), representa una de las unidades litoestratigráficas más representativas del Neógeno tardío, en el noreste de Venezuela. Esta unidad contiene una abundante fauna de foraminíferos planctónicos y bentónicos además de una significativa presencia de nannopláncton calcáreo, que han aportado información sobre los paleoambientes de depositación y permitieron estimar la edad de la misma como Mioceno tardío – Pleistoceno temprano (PADRÓN *et al.* 1993). La litología de esta unidad corresponde inicialmente a depósitos de ambiente marino profundo, batial superior que pasa transicionalmente a depósitos de ambiente nerítico interno.

ÁREA DE ESTUDIO

Tres secciones expuestas en las localidades de: Cerro El Macho, Cerro Guaranache y Cerro Barrigón, localizadas en la parte occidental de la Península de Araya, estado Sucre, noreste de Venezuela, conforman el área de estudio, (Fig.1). En ellas afloran sedimentos atribuidos a los miembros Cerro Verde y Cerro Negro los cuales constituyen los intervalos inferior y superior de la Formación Cubagua en la Península de Araya.

LITOESTRATIGRAFÍA

A nivel de afloramiento, el Miembro Cerro Verde se distingue como una secuencia de arcilitas grises físlas y no calcáreas sobre la cual se observan abundantes vetas de yeso secundario con un patrón reticular. El Miembro Cerro Negro esta conformado predominantemente por limos calcáreos de colores pardos a ocre que se hacen más arenosos hacia la parte superior de la secuencia donde se reportan areniscas calcáreas de grano medio a fino interestratificadas, así como bioestructuras del tipo *Gyrolithes*; en el tope de la secuencia se observa un cuerpo calcáreo, compuesto de calizas estratificadas, de color pardo claro, con una abundante fauna de moluscos, fragmentos de bioclásticos y siliciclásticos, cuya continuidad lateral puede seguirse visualmente en el tope de las secciones estudiadas.

TRABAJOS PREVIOS

Los trabajos de SEVERIN (1983); JONES & CHARNOCK (1985); CORLISS & CHEN (1988) y CORLISS & FOIS (1991) han dirigido sus estudios a la forma externa de las conchas de foraminíferos bentónicos. Criterios como la geometría, simetría y porosidad de estas, se han tomado en estos trabajos para la definición de agrupaciones morfológicas o morfogrupos de los especímenes identificados en sedimentos recientes en la Costa de Texas, Golfo de México y mar de Noruega. La forma externa de estos organismos, tanto calcáreos como aglutinados, depende principalmente de su movilidad, su estrategia en cuan-

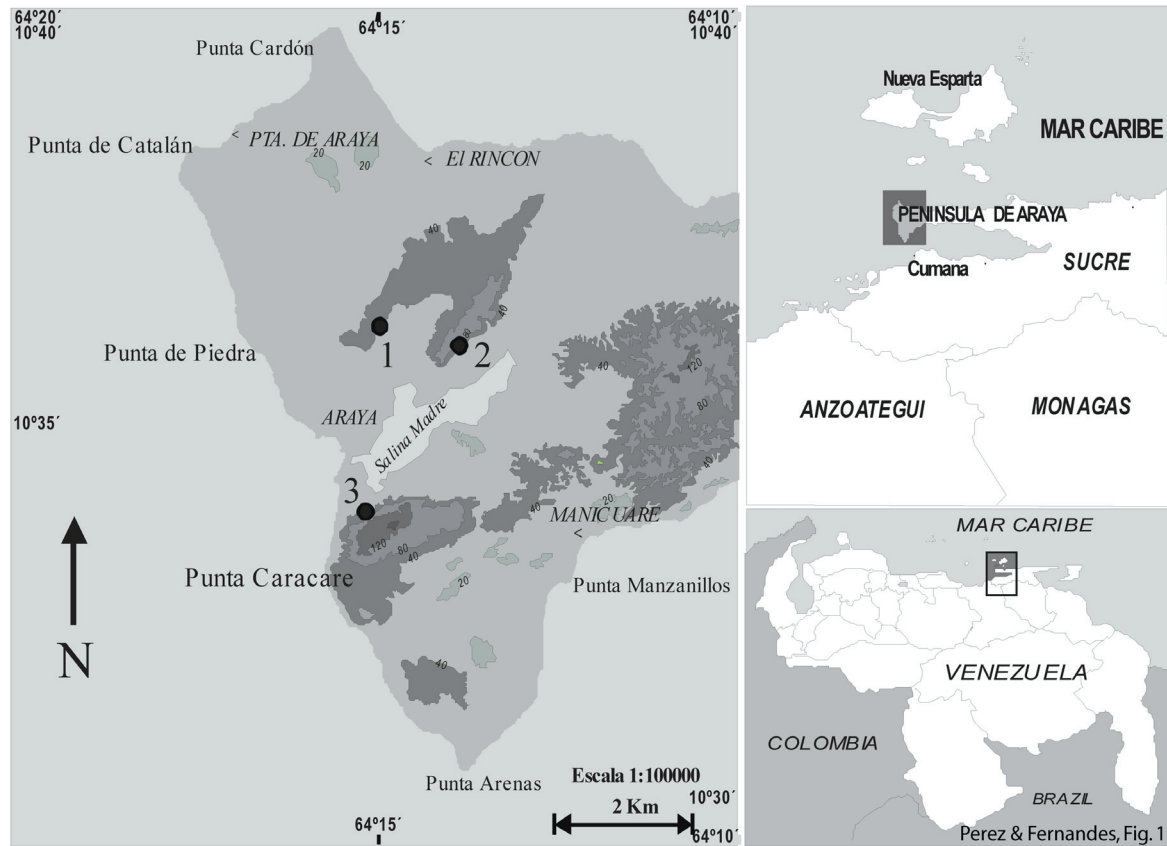


Fig. 1. Mapas de localización geográfico - regional del área de estudio y ubicación local de las secciones estudiadas: Cerro El Macho (1), Cerro Guaranache (2) y Cerro Barrigón (3) en el extremo occidental de la península de Araya, estado Sucre, noreste de Venezuela.

to a alimentación y captación de oxígeno. Por lo tanto, la distribución batimétrica de los morfogrupos, responde a la estrategia que adoptan la mayoría de los individuos que integran la agrupación, independientemente del nivel taxonómico de los mismos. Al respecto, SEVERIN (1983) señala que las formas de los foraminíferos bentónicos tienden a ser más angulares y asimétricas cuando se incrementa la profundidad de sus hábitats y atribuye la causa de esta tendencia, a la disminución natural de la turbulencia que experimentan los sedimentos de fondo en aguas más profundas.

BERNHARD (1986) estudia la ocurrencia de los morfogrupos de foraminíferos bentónicos en depósitos ricos de materia orgánica en secciones del Jurásico temprano al Holoceno. Este autor, señala que a diferencia de otros parámetros contemplados sobre la forma externa de los foraminíferos (ornamentación, tipo de abertura, tipo de sutura, etc.) considerados tradicionalmente en el estudio sistemático, el aspecto geométrico es raramente borrado por efectos diagenéticos de disolución parcial, lo que es una ventaja dentro del estudio de los conjuntos.

METODOLOGÍA

Ciento veintiséis muestras fueron recolectadas para su estudio micropaleontológico y granulométrico. El estudio micropaleontológico estuvo dirigido a la clasificación, conteo y registro de los especímenes de foraminíferos bentónicos, presentes en cada muestra, según sus morfotipos y la identificación a nivel genérico de los mismos, mientras que el estudio granulométrico consistió en la medición de la fracción tamaño arena (partículas > 0,074mm), presentes en las muestras, a partir del cálculo de la diferencia entre el peso del material seco antes de ser sometido al lavado y el residuo lavado seco, obtenido.

Distintos criterios de muestreo se contemplaron sobre las secciones estudiadas. En la sección Cerro Barrigón la recolección sistemática de las muestras se realizó a intervalos fijos cada 2 m y cada 3 m en las secciones Cerro El Macho y Cerro Guaranache debido a criterios litológicos. La preparación de las muestras para su estudio micropaleontológico, bajo luz reflejada, consistió en la selección y montaje de un número mínimo de 300 especímenes de

foraminíferos bentónicos por muestra.

Diez agrupaciones morfológicas (morfogrupos), se definieron con base en el estudio de la forma externa (morfofipo) de los foraminíferos bentónicos identificados (Fig. 2). Estas agrupaciones responden principalmente al reconocimiento visual de características sobre la geometría y simetría de la concha de los especímenes recolectados, por lo tanto, las especies que conforman estos morfogrupos pueden o no estar relacionadas taxonómicamente (Tabla 1). La nomenclatura usada para estas agrupaciones refiere directamente el aspecto externo que caracteriza a los organismos que las conforman.

En las definiciones de los morfogrupos, se tomaron como referencia las categorías propuestas en los trabajos de BERNHARD (1986); JONES & CHARNOCK (1985) y CORLISS & CHEN (1988). El morfogrupo cilíndrico, incluye especímenes generalmente multiloculares, de cámaras globosas o cilíndricas, con enrollamiento predominantemente uniserial, presentan secciones transversales circulares y lados paralelos. El morfogrupo esférico, incluye tanto formas uniloculares como formas multiloculares, sobre las cuales se pueden definir virtualmente tres ejes aproximadamente iguales. El morfogrupo ovoidal, agrupa formas uniloculares ó multiloculares, con enrollamiento trocospiral ó polimorfo. El morfogrupo conico, esta conformado por especímenes, cuyas conchas presentan una forma externa aguda o afilada en uno de sus extremos, se incluyen formas multiloculares,

de cámaras globosas ó elongadas, con enrollamientos que varían entre: trocospiral alto a triserial y biserial a uniserial; presentan una sección transversal circular o poligonal. El morfogrupo planispiral-circular, incluye especímenes con un aspecto similar a un disco, formas multiloculares, con enrollamiento predominantemente planispiral, evolutivo ó involuto, su contorno o periferia es circular. El morfogrupo biconvexo, agrupa especímenes con un aspecto bicónico, se incluyen formas multiloculares con enrollamiento planispiral o trocospiral, de bordes delgados o carinados y contorno circular. El morfogrupo biumbilicado, incluye especímenes con un aspecto discoidal-elipsoidal, formas multiloculares, con enrollamiento planispiral, comúnmente involuto y periferia elipsoidal, las últimas cámaras tienden a ser más anchas que las que le preceden, y presentan una marcada depresión umbilical. El morfogrupo aplanado-elongado, esta conformado por especímenes con un aspecto similar a un cono aplanado o lente triangular, incluye formas multiloculares, de cámaras comprimidas, el enrollamiento puede variar de uniserial a biserial, suelen tener una sección transversal elipsoidal o romboidal y lados subparalelos. El morfogrupo miliolino incluye tanto ejemplares de aspecto milioliforme, con enrollamiento típicamente. quinqueloculino, triloculino ó biloculino, como formas con enrollamiento sigmoidal. El morfogrupo plano-convexo, esta conformado por especies con un aspecto de cono truncado, incluye formas con enrollamiento predominantemente trocospiral, estas exhiben un lado espiral plano y otro umbilical, marcadamente convexo, su contorno es circular.

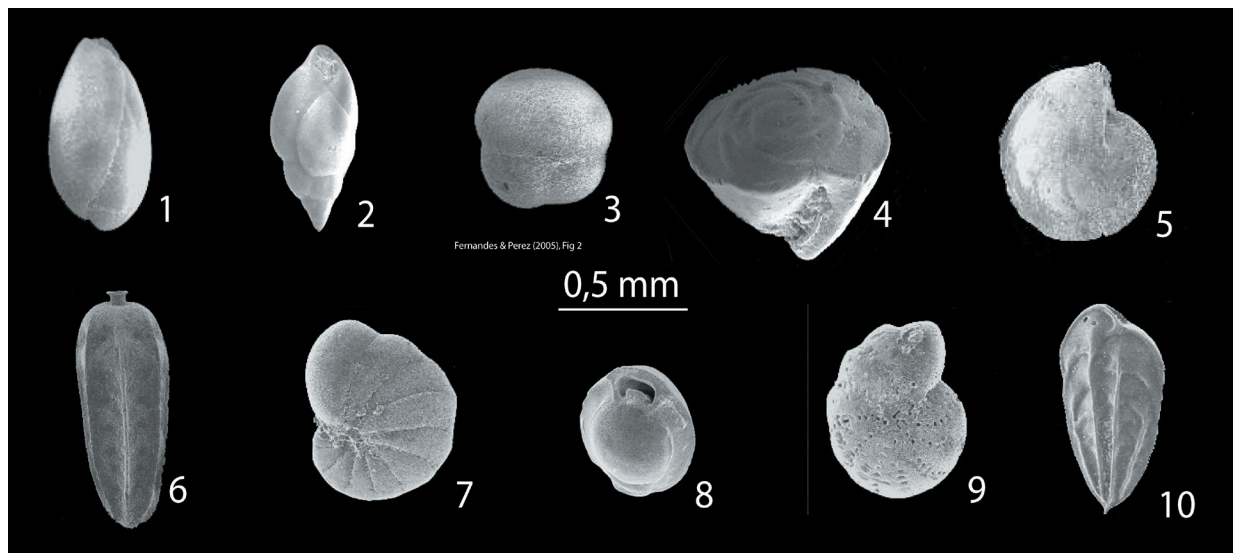


Fig. 2. Imágenes de especies representativas de los diez morfogrupos de foraminíferos bentónicos utilizando microscopio electrónico por barrido, ilustrando el aspecto característico de la concha. 1. Morfogrupo Ovoidal: *Globobulimina* cf. *pacifica* (Cushman) 2. Morfogrupo Cónico: *Bulimina marginata* d'Orbigny (A.) 3. Morfogrupo Esférico: *Sphaeroidina bulloides* d'Orbigny 4. Morfogrupo Plano-convexo: *Gyroidina altiformis* (Stewart & Stewart) 5. Morfogrupo Biconvexo: *Lenticulina iota* (Cushman) 6. Morfogrupo Cilíndrico: *Rectuvigerina lamellata* (Cushman) 7. Morfogrupo Biumbilicado: *Nonion* sp. (A.) 8. Morfogrupo Miliolino: *Pyrgo* sp. (A.) 9. Morfogrupo planispiral-circular: *Elphidium poeyanum* (d'Orbigny) 10. Morfogrupo Aplanado-elongado: *Brizalina subaenariensis* (Cushman).

Tabla 1. Agrupación de especies de foraminíferos bentónicos de acuerdo con el aspecto geométrico de la concha.

Plano-convexo	Biconvexo	Biumbilicado	Miliolino	Esférico
<i>Cancris sagrai</i> <i>Cibicides compresus</i> <i>Cibicides floridanus</i> <i>Buccella hanna</i> <i>Gyroldina cf. altiformis</i> <i>Hanzawaia concentrica</i>	<i>Amphistegina lessonii</i> <i>Eponides cf. umbonatus</i> <i>Lenticulina americana</i> <i>Lenticulina calcar</i> <i>Lenticulina Formosa</i> <i>Lenticulina iota</i> <i>Lenticulina peregrina</i> <i>Siphonina pozonensis</i>	<i>Nonion</i> sp. <i>Nonion cf. grateloupi</i> <i>Nonion atlanticum</i> <i>Nonionella cf. basiloba</i> <i>Nonionella cf. opina</i> <i>Saracenaria latifrons</i>	<i>Pyrgo</i> sp. <i>Quinqueloculina</i> sp. <i>Sigmoilopsis schlumbergeri</i>	<i>Lagena striata</i> <i>Lagena hexagona</i> <i>Pullenia bulloides</i> <i>Globocassidulina subglobosa</i> <i>Sphaeroidina bulloides</i>
Cilíndrico	Planispiral-circular	Cónico	Aplanado-elongado	Ovoidal
<i>Clavulina cf. mexicana</i> <i>Dentalina communis</i> <i>Liebusella</i> sp. <i>Marginulina cf. glabra</i> <i>Marginulina cf. wallacei</i> <i>Marginulina</i> sp. <i>Martinottiella communis</i> <i>Martinottiella communis</i> <i>Nodosaria cf. raphanistrum</i> <i>Nodosaria cf. stainforthi</i> <i>Nodosaria hispida</i> <i>Rectuvigerina lamellata</i> <i>Reophax</i> sp. <i>Nodosaria</i> sp. <i>Siphonodosaria</i> sp. <i>Stilostomella cf. lepidula</i> <i>Stilostomella</i> sp. <i>Vaginulinopsis</i> sp.	<i>Cyclammina</i> sp. <i>Elphidium poeyanum</i> <i>Haplophragmoides</i> sp. <i>Melonis cf. pompilioides</i> <i>Melonis cf. soldanni</i> <i>Planulina ariminensis</i>	<i>Bolivina impercata</i> <i>Bulimina elegans</i> <i>Bulimina exilis</i> <i>Bulimina marginata</i> <i>Bulimina striata mexicana</i> <i>Fursenkoina pontoni</i> <i>Gaudryina</i> sp. <i>Trifarina cf. forasini</i> <i>Uvigerina hispida costata</i> <i>Uvigerina peregrina</i> <i>Valvulina</i> sp.	<i>Bolivina acerosa</i> <i>Bolivina alata</i> <i>Brizalina cf. striatula</i> <i>Brizalina subaenariensis</i> <i>Fronicularia</i> sp. <i>Plectofronicularia floridana</i> <i>Textularia cf. bermudezi</i> <i>Textularia mexicana</i> <i>Textularia pozonensis</i>	<i>Bulimina cf. pupoides</i> <i>Chilostomella ovoidea</i> <i>Glandulina laevigata</i> <i>Globobulimina cf. pacifica</i> <i>Lernella inflata</i>

La distribución de estos morfogrupos, a lo largo de las secciones, fue estudiada estadísticamente, a través del “análisis de conglomerados” con la finalidad de revelar niveles estratigráficos con tendencias similares. Dentro de este análisis, cada uno de los morfogrupos, son considerados variables de comparación estadística, sobre las muestras recolectadas; se usó el Coeficiente de Similitud de Gower, para la calibración de las agrupaciones resultantes.

RESULTADOS

Noventa y seis especies de foraminíferos bentónicos, fueron reconocidas en el conjunto de foraminíferos bentónicos, preservado en las secciones estudiadas. En general, son formas euribáticas, comúnmente reportadas en formaciones del Neógeno, en la región Caribe – Antillana (MORKHOVEN *et al.* 1986; MURRAY 1991). Pocas especies fueron particularmente difíciles de incluir dentro de alguno de los diez morfogrupos que conforman la clasificación propuesta en este trabajo, la cual se resume en la Tabla 1. En el caso de los de los géneros *Martinottiella*, *Clavulina* y *Marginulina*, fueron clasificados dentro del morfogrupo cilíndrico, aún cuando estas formas presentan un enrollamiento inicial distinto al uniserial predominante en las especies que conforman esta agrupación. En el caso del género *Gaudryina*, aunque no presenta un contorno redondeado propio de los morfotipos cónico, sus especímenes fueron incluidos dentro de este morfogrupo. Otra consideración se realizó para el morfotipo del género *Saracenaria*, el cual fue incluido dentro del morfogrupo biumbilicado, aunque no mantienen un enrollamiento típico involuto, característico de los géneros que conforman esta agrupación.

El análisis de agrupación o cluster, demostró la existencia de un patrón de distribución común de los morfogrupos sobre las tres secciones estudiadas, el cual puede observarse en los dendogramas resultantes para cada una de las secciones (Fig. 3).

Este patrón permite discriminar tres intervalos estratigráficos en la secuencia observada de la Formación Cubagua, los mismos fueron denominados unidades B1, B2 y B3 para efectos de este trabajo. Adicionalmente, los perfiles de distribución de frecuencia, muestran las variaciones de ocurrencia de los distintos morfotipos a lo largo de las secciones estudiadas, (Fig. 4). En estos, se observa que los morfogrupos cónico y aplanado-elongado, representan las formas predominantes dentro del conjunto fósil reconocido, manteniendo una ocurrencia constantemente alta sobre los tres intervalos discriminados, mientras que los morfotipos miliolino, esférico y planispiral circular, son escasamente reconocidos dentro del conjunto fósil estudiado. Particularmente, una mayor presencia de los morfogrupos biumbilicados y plano convexo, parecen delimitar las unidades B2 y B3 respectivamente, mientras que las formas cilíndricas y ovoidales, escasamente reportadas en estos intervalos, alcanzan sus máximos porcentajes en la unidad B1. Una tendencia similar presenta el morfogrupo lenticular.

DISCUSIÓN

Los tres intervalos establecidos a partir del análisis de agrupación, coinciden estratigráficamente con los cambios litológicos observados en la sección estudiada. Estos cambios son atribuidos principalmente al aumento de la fracción arenosa y calcárea sobre los litotipos de los miembros

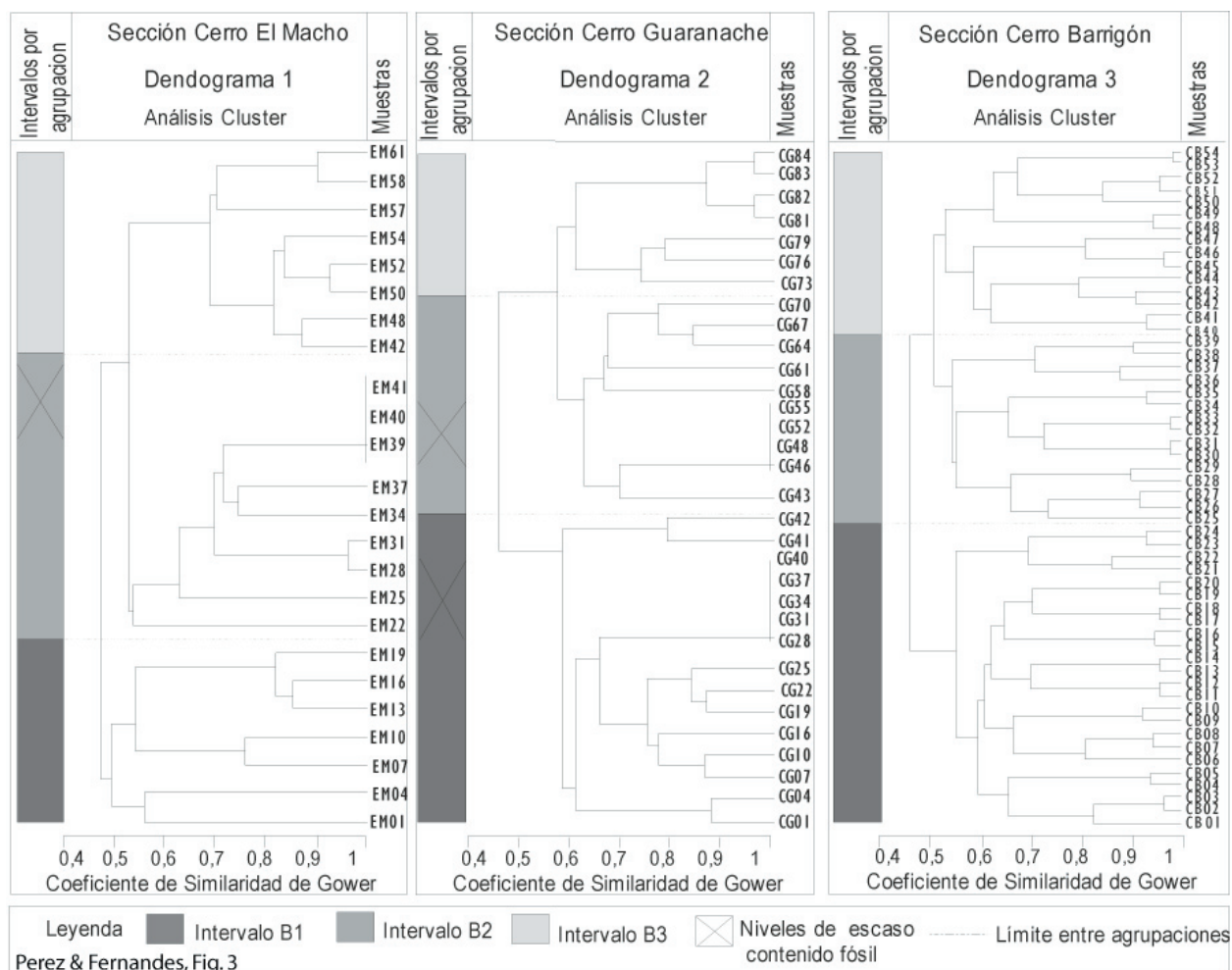


Fig. 3. Dendogramas resultantes del análisis de agrupación donde se distinguen tres agrupaciones principales (Biofacies) basado en los datos de distribución de frecuencia de los morfotipos identificados en las secciones: Cerro El Macho (1), Cerro Guranache (2) y Cerro Barrigón (3).

Cerro Verde y Cerro Negro respectivamente.

Las unidades B1 y B2, abarcan gran parte de las secciones asignadas al Miembro Cerro Verde. La unidad B1, es equivalente al intervalo arcilloso de dicho miembro, mientras que la unidad B2, coincide con un intervalo más limoso asignado al mismo miembro e interpretado estratigráficamente como un intervalo transicional entre el Miembro Cerro Verde (inferior), predominantemente de litología arcillosa y no calcárea y, el Miembro Cerro Negro caracterizado por una litología limo-arenosa y calcárea. Por su parte, la unidad 3, abarca la parte más calcárea de la sección correspondiente al Miembro Cerro Negro.

La distribución proporcional, contrastante, que muestran los morfogrupos identificados en estos niveles estratigráficos indica de manera general una diferencia en las condiciones paleoecológicas que dominaron la sedimentación de dichos intervalos, condiciones que poseen un

efecto sobre los morfotipos de los foraminíferos bentónicos identificados en cada uno de estos intervalos.

Particularmente, la abundancia de formas cilíndricas y ovoidales en la unidad B1, indican condiciones de aguas profundas y de baja oxigenación, según los planteamientos de autores como SEVERIN (1983) y PRECEE *et al.* (1999). Estos morfotipos son atribuidos a ambientes de baja energía donde los organismos pueden mantener una posición preferencial dentro del sustrato.

Opuestamente, las marcadas inflexiones de los morfogrupos biumbilicados y plano-convexos marcan la diferencia entre las unidades B2 y B3 respectivamente. Estos últimos morfotipos junto con las formas esféricas, son señalados por BERNHARD (1986) como formas típicas dentro de las asociaciones fósiles correspondientes a depósitos aeróbicos del Cenozoico. La forma plano convexa, brinda ventajas a los organismos para adherirse a la interfase

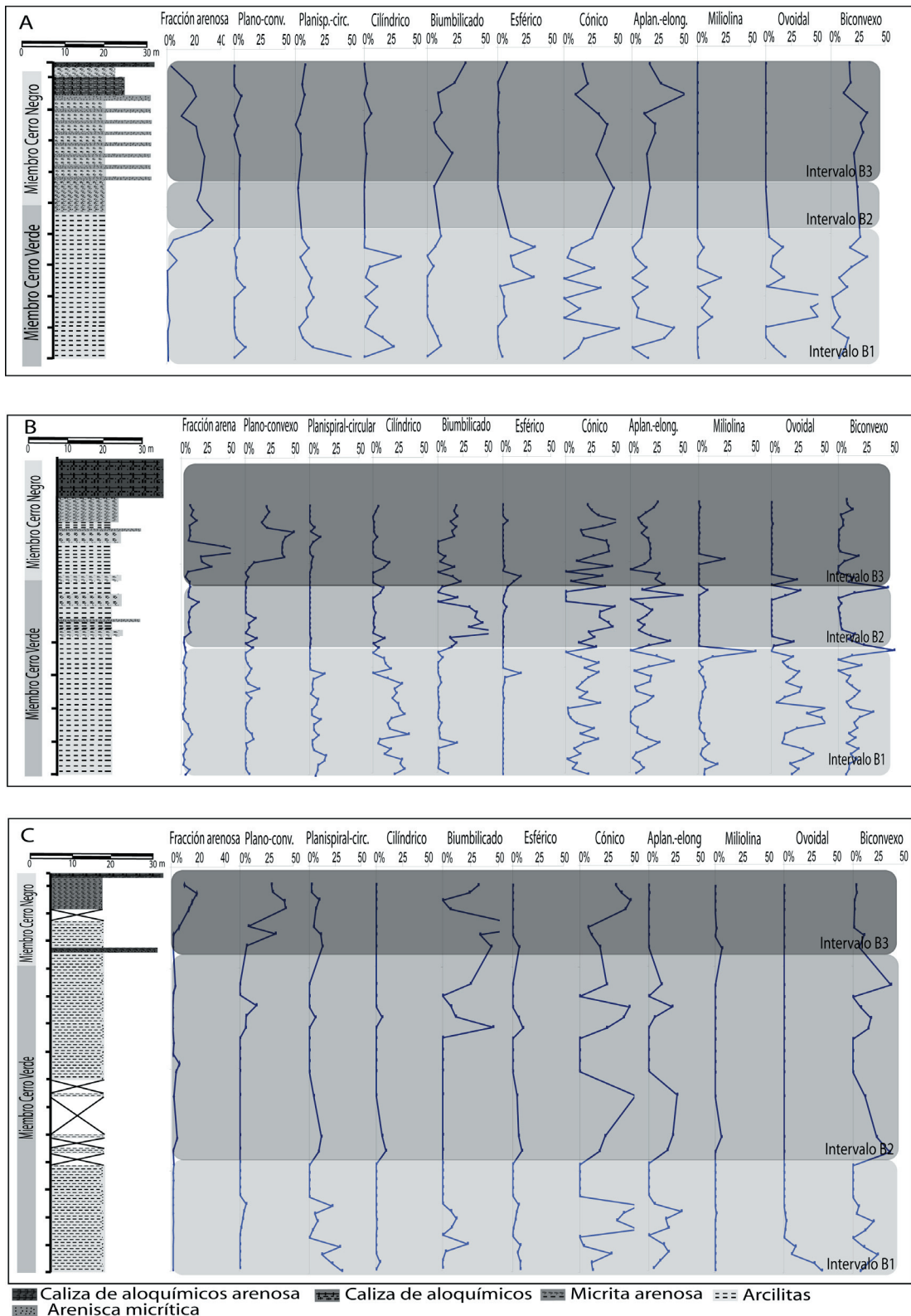


Fig. 4. extensión de los tres intervalos estratigráficos correlacionables definidos por el análisis cluster en las secciones de Cerro El Macho (A), Cerro Barrigón (B) y Cerro Guaranache (C) y abundancia de los morfogrupos en cada uno de ellos.

agua-sedimento durante tiempos de turbulencia en el fondo y para tener estabilidad en cortos desplazamientos sobre la superficie sustratos blandos. Estas agrupaciones morfológicas reflejan las condiciones de somerización que controlaron la depositación de la Formación Cubagua, condiciones atribuibles al marco tectónico que afectó la región para ese tiempo (YSACCIS 1997).

CONCLUSIÓN

Los intervalos discriminados corresponden a tres biofacies delimitados o definidas en base a la proporcionalidad de los morfotipos de los foraminíferos bentónicos observados dentro del conjunto fósil preservado en la sección estudiada.

De este modo, la Biofacies 1 (B1), caracteriza los depósitos arcillosos del Miembro Cerro Verde, a los cuales se les atribuye en trabajos previos un ambiente de depositación a nivel de talud superior, donde se plantea un período de quietud tectónica a lo largo del noreste de Venezuela, el cual en muchos lugares condujo a la casi uniformidad del espesor de los estratos. Esta biofacies, está definida por una abundante ocurrencia de formas Cilíndricas y Ovoidales. La Biofacies 2 (B2), caracterizada por la presencia de formas Biumbilicadas, delimita el intervalo transicional entre el miembro Cerro Verde y Cerro Negro. Dicha somerización de ambientes, podría estar asociada al régimen estructural que controla la Península de Araya para el Plioceno, el cual está dado por el régimen de inversión de la cuenca Tuy-Cariaco, y por el Sistema de Fallas de Coche – La Tortuga, el cual muestra un dominio transpresional al norte de las costas venezolanas. La Biofacies 3 (B3), caracteriza los depósitos limosos y calcáreos del Miembro Cerro Negro; esta biofacies está definida por una abundante ocurrencia de formas Plano convexas, donde se plantea que las condiciones se hacen más someras hasta la completa emergencia, exposición subaérea y erosión de la secuencia neógena durante la mayor parte del Pleistoceno.

De igual manera que en el estudio de las especies, las agrupaciones morfológicas reflejan las condiciones de somerización que controlaron la depositación de la Formación Cubagua en la región de Araya, sin embargo el empleo de este método optimizó el tiempo de estudio al manejarse una menor cantidad de variables, que determinó una mayor precisión al definir el análisis Q, en adición a la falta de subjetividad entre investigadores en la identificación de los taxa. Este estudio realizado en base a morfologías, establece un patrón donde existe una adaptación de morfotipos, a través de las variables paleoceanográficas presentes durante el Mioceno tardío-Pleistoceno temprano. Estos, definen una tendencia mantenida a través del tiempo, donde a partir de estudios recientes realizados por autores (SEVERIN, 1983; CORLIS & CHEN, 1988 y CORLIS & FOIS 1991) se certifica la asociación de formas cilíndricas, biconvexas y ovoidales relacionadas a ambientes batiales. Las formas biumbilicadas, asociadas a ambientes de plataforma externa, a su vez, que las morfologías plano-convexas, se relacionan a ambientes de

alta energía asociada a la plataforma interna.

BIBLIOGRAFÍA

- BERNHARD, J. (1986): Characteristic assemblages and morphologies of benthic foraminifera from anoxic organic rich deposits: Jurassic through Holocene. - *Journal of Foraminiferal Research*, v. 16, n. 3, p. 207-215.
- CORLISS, B. & CHEN, C. (1988): Morphotype patterns of Norwegian sea deep-sea benthic foraminifera and ecological implications. - *Geology*, v. 16, p. 716-719.
- CORLISS, B.H. & FOIS, E. (1991): Morphotype analysis of deep-sea benthic foraminifera from the north-west atlantic ocean. - *Marine micropaleontology*, n. 17, p.195-236.
- DALTON, L. V., (1912). On the geology of Venezuela. *Geol. Mag.* (London), v. 9, num. 575, p. 203-210.
- JONES, R.W. & CHARNOCK, M.A. (1985): "Morphogroups" of agglutinated foraminifera. Their life positions and feeding habits and potential applicability in (paleo)ecological studies - *Revue de Paléobiologie*, v. 4, p. 311-320.
- KITAZATO, H. (1984): Microhabitats of benthic foraminifera and their application to fossil assemblages. - *Benthos'83*, Sec. int. Symp. Benthic Foraminifera, p. 339-344.
- KOHL, B. (1985): Early Pliocene benthic foraminifera from the Salina basin, southeastern Mexico. - *Bull. of Amer. Paleont.*, v. 88, n. 322, p. 173.
- LOEBLICH, A. & TAPPAN, E. (1988): Foraminifera genera and their classification. - 970 p., 1º Edic., v. 1, New York.
- MURRAY, J. (1991). Ecology and Paleoecology of benthic foraminifera. 1era Edic., Longman scientific and technical, New Cork, 289 p.
- PADRÓN, V., MARTINELLI, J., DOMENECH R. (1993): The marine neogene of eastern Venezuela, a preliminary report. - 1er R.C.A.N.S. Congress, n. 12, p. 151-159.
- PADRÓN V., REY, O., ZAPATA, E., ESTÉVEZ, J. (2000): Icnología de las formaciones neógeno-cuaternarias en Venezuela nororiental. - *Bol. Soc. Venez de Geol.*, v. 25, n. 2, p. 23-31.
- PINDELL, J & KENNAN, L. (2001): Kinematic evolution of the gulf of Mexico and Caribbean - [Resumen en línea]. Disponible. Tectonicanalysis.com [Consulta: 2004, Mayo12].
- PREECE, R. C., KAMISNKI, M. A., DIGNES, T. W. (1999): Miocene benthonic foraminiferal morphogroups in an oxygen minimum zone, offshore Cabinda. - *The oil and gas habitats of the south atlantic. Geolog. Soc., Spec. Pub.*, n. 153, p. 267-282.
- SEVERIN, K. (1983): Test morphology of benthic foraminifera as a discriminator of biofacies. - *Marine Micropalont.*, n. 8, p. 65-76.
- YSACCIS, R. (1997): Tertiary evolution of the northeastern Venezuela offshore. (Trabajo Doctoral) - 285 p. Rice University, Texas.

Manuscrito recibido Diciembre 2005; aceptado Mayo 2006.