



CT&F Ciencia, Tecnología y Futuro

ISSN: 0122-5383

ctyf@ecopetrol.com.co

ECOPETROL S.A.

Colombia

Duque-Caro, Hermann

Comentario a: "Quantitative biostratigraphic model for the Tertiary of the Lower Magdalena Basin, colombian caribbean" por Cuartas, Jaramillo, & Martínez, 2006

CT&F Ciencia, Tecnología y Futuro, vol. 3, núm. 2, diciembre, 2006, pp. 183-196

ECOPETROL S.A.

Bucaramanga, Colombia

Available in: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46530214>

- How to cite
- Complete issue
- More information about this article
- Journal's homepage in redalyc.org

redalyc.org

Scientific Information System

Network of Scientific Journals from Latin America, the Caribbean, Spain and Portugal

Non-profit academic project, developed under the open access initiative

COMENTARIO A: "Quantitative biostratigraphic model for the Tertiary of the Lower Magdalena Basin, colombian caribbean" por Cuartas, Jaramillo, & Martínez, 2006

Hermann Duque-Caro

Duque Caro & Cia. Ltda., Bogotá, Colombia.
e-mail: hduque@cable.net.co

Cuando uno se ha educado en el concepto de que la roca es el único testimonio con que cuenta el geólogo para interpretar el pasado y que sin roca no hay tiempo (*no rock no time*), (Berggren, Kent, Aubry, & Hardenbol, 1995) y cuando el conocimiento de la geología física de una región y el levantamiento y caracterización de las secuencias estratigráficas de superficie y de subsuelo en áreas específicas con base en su litología, contenido fosilífero y mineralógico son fundamentales para interpretarlas y tratar de reconstruir su pasado geológico, siguiendo los postulados de Hutton (1788) es muy preocupante y salido de toda realidad pensar que con únicamente un *software*, no obstante sus bondades, se puedan modificar las realidades y hechos físicos del campo, evaluar tasas de acumulación y predecir secuencias estratigráficas y espesores desconociendo la roca y las condiciones geológicas y estratigráficas de una región como la Costa Nor-occidental colombiana.

He leído con mucho interés este trabajo por Cuartas, Jaramillo, y Martínez (publicado en este volumen) el cual consiste en el procesamiento de cartas de dispersión

bioestratigráfica de pozos (muestras de zanja) tomadas de informes internos de la costa caribeña colombiana para Ecopetrol –de mi autoría– a través de un *software* que ordena secuencialmente los intervalos bioestratigráficos de los diferentes elementos microfaunísticos observados, para plantear un modelo cuantitativo de alta resolución.

COMENTARIOS GENERALES

Son muchas las observaciones de fondo a los conceptos manejados por los autores que demandan una revisión y discusión profunda del artículo, dada la importancia e implicaciones que éste tiene tanto para la industria como para la comunidad científica.

Con esta evaluación concluyo que la aplicación del *software* estratigráfico utilizado para el procesamiento de los datos, genera resultados contradictorios y conflictivos frente a los datos reales geológicos y estratigráficos del área.

Las deficiencias más notables observadas son:

1. El no considerar la roca como parámetro fundamental ya que es el elemento que contiene o no la microfauna, y el único para evaluar el tiempo: ...*With regard to the history of the earth, the rock record is the ultimate arbiter of time and its passage (no rock, no time)*, (Berggren *et al.*, 1995). La única referencia a las rocas de la región está en la Figura 2, de Cuartas *et al.* (2006) Mapa Geológico general y localización de los pozos, pero con datos equivocados –como se verá enseguida– que a un lector extranjero que no conoce la Costa norte le crea una falsa impresión. Por ejemplo, la descripción general de sólo lodolitas y calizas para los símbolos Pgm y PgmNgm, por tratarse de sedimentos muy finos parecieran relacionados a ambientes de fondo oceánico, lo cual contradice la realidad. Por el contrario, los colores y los símbolos ilustrados en esta figura corresponden a la litología del Cinturón de San Jacinto (Duque-Caro, 1979; Figura 1 de H.D.C.) donde los cuerpos litológicos predominantes son las arenitas

y conglomerados, con un menor componente de lodolitas. Lo mismo sucede con el símbolo PgmNgm, que aunque contiene un componente destacado de lodolitas, sus componentes mayores son las arenitas. El símbolo NgQp de la esquina izquierda inferior de la Figura 2 de Cuartas *et al.* (2006) que no lo diferencian del NgQt ya que aparecen con el mismo color, lo describen como “Rocas Piroclásticas” lo cual también es equivocado. Las únicas influencias volcánicas en estas rocas jóvenes de la costa norte han sido la ocurrencia cristales de cuarzo bipiramidal, en diferentes litologías pero nunca se ha reportado la presencia de tobas o aglomerados.

2. Considerar los intervalos de profundidad de los pozos, delimitados con eventos microfaunísticos plancónicos como representativos de eventos asimilables a momentos geocronométricos de las escalas propuestas para los foraminíferos plancónicos cenozoicos de los fondos oceánicos (Berggren *et al.*, 1995; Haq, Hardenbol, & Vail, 1987) desconociendo que el entorno tectónico sedimentario de la costa norte es el de un

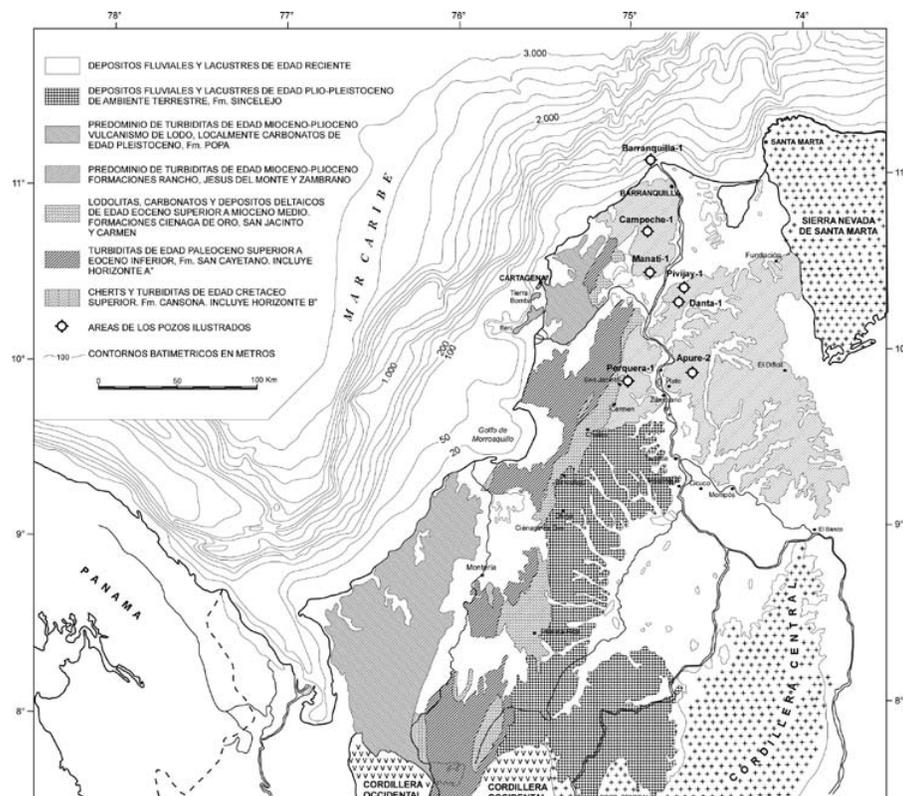


Figura 1. Geología general y estratigrafía de la Costa Norte Colombiana y áreas de pozos ilustrados. Modificada de Duque Caro (1979 y 1984)

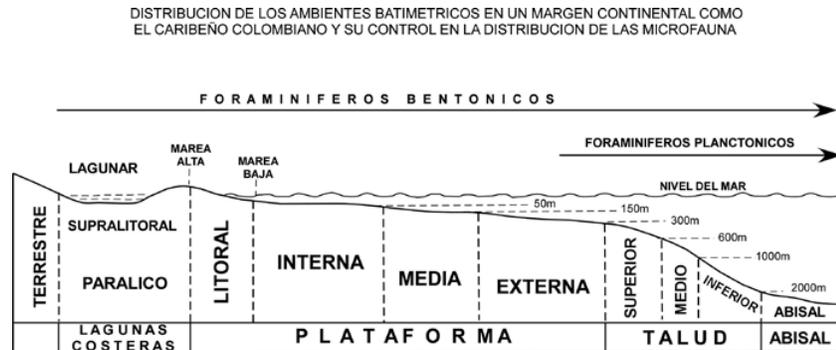


Figura 2. Distribución de los foraminíferos en los márgenes continentales

margen continental muy diferente al de los fondos oceánicos cuya estratigrafía incluye ambientes desde el talud inferior a ambientes lagunares que también controlan la distribución de la microfauna (H.D-C Figura 2). Además, la microfauna planctónica pierde su diversidad diagnóstica a partir de la plataforma externa y hacia el continente debido a su dependencia de la dinámica de las masas de agua; de ahí que para fines bioestratigráficos de alta resolución como los buscados por este trabajo, sea necesario utilizar tanto la microfauna planctónica como la bentónica.

3. El haber asimilado e ilustrado una escala de profundidad emparejada con la columna del tiempo de Berggren *et al.* (1995), Figura 11 de Cuartas *et al.* (2006) con un tope de cero pies, coincidente con la porción superior del Plioceno y el colgar indiscriminadamente la iniciación de los pozos analizados de este "datum" desconociendo que la iniciación y tope cero de profundidad de todos estos pozos, por las características estructurales propias de las áreas en que se perforaron, tuvo lugar en niveles estratigráficos diferentes y donde ninguno de los pozos analizados, con excepción del pozo Barranquilla-1 (Figuras 1 y 3 de H.D-C.) se inició en niveles estratigráficos más jóvenes que las formaciones Tubará y Zambrano de edad Mioceno superior a Plioceno temprano, como se mostrará enseguida:

Para fines de comparación y hacer claridad se ilustran algunas de las síntesis bioestratigráficas y cronoestratigráficas de los informes internos para Ecopetrol, de mi autoría, correspondientes a los pozos Barranquilla-1 (Figura 3), Danta-1 (Figura 4), Porque-1 (Figura 5), Apure-2 (Figura 6) Pivijay-1 (Figura

7) y Campeche-1 (Figura 8) cuya localización aparece en la Figura 1 de H.D-C. que al compararlos con los mismos pozos procesados con el *software* contradicen sus resultados. El Pozo Barranquilla (Figura 3) el más joven que se inició en la Formación Popa (Pleistoceno inferior) y otros más antiguos como los pozos Danta-1 (Figura 4) que se inició en la Formación Rancho (Mioceno medio, en la misma forma que los pozos Guamito-1 y Ligia-1), y Porque-1 (Figura 5) que se inició en la Formación Carmen (Mioceno inferior). Por otro lado, los pozos seleccionados fueron perforados en diferentes ambientes geológicos y tectónicos, donde las secuencias sedimentarias de los pozos Algarrobo-1, Apure-2, (Figura 6) Pivijay-1 (Figura 7), Remolino-1 y Media Luna-1 están localizados en áreas donde el basamento ígneo volcánico es característico en la base de estos pozos e interrumpe la continuidad de la secuencias en el Mioceno inferior alto con excepción del Pozo Pivijay-1 que encontró el basamento debajo de la Formación Arroyo de Piedras del Eoceno superior, situaciones críticas para fines de predicción, tampoco tenidas en cuenta y desconocidas para el *software*.

4. Dependencia exclusiva de los resultados producidos por un manejo mecánico del *software* y procesamiento de solo los intervalos estratigráficos de los elementos microfaunísticos de las cartas de dispersión de los pozos seleccionados, habiéndose descartado la microfauna bentónica, y sin tener en cuenta que la litoestratigrafía de cada pozo que los contiene es diferente e involucra secuencias litológicas con significados paleoambientales diversos. Algunas de las secuencias contienen solo microfauna bentónica como es el caso de las formaciones San Cayetano inferior de edad Paleoce-

ESTRATIGRAFIA DEL NW COLOMBIANO SOBRE EL CARIBE										
CRONOESTRATIGRAFIA Y BIOESTRATIGRAFIA					CUENCA DE BARRANQUILLA NORTE					
Berggren et al. 1995					Este estudio	POZO BARRANQUILLA-1 (SUBSUELO, PLATAFORMA, COSTA AFUERA)				
SISTEMAS	EDADES	PISOS	MILLONES DE AÑOS Ma	ZONAS PLANCTONICAS	ZONIFICACION según Petters & Sarmiento, 1956	LITOLOGIA GENERAL	TOPES (pies)	FORMACIONES	FOSILES COMUNES	
NEOGENO	PLEISTOCENO	CALABRIENSE	1.77	Pl. 1	<i>Amphistegina</i>		360'	POPA SUPERIOR	FORAMINIFEROS BENTONICOS	
		PLIOCENO TARDIO	GELASIENSE	2.30	PL.6			1.830'	POPA INFERIOR	FORAMINIFEROS BENTONICOS Y PLANCTONICOS, MOLUSCOS, OSTRACODOS
	PIACENCIENSE		3.09	PL.5	<i>Bulimina marginata</i>					
	PLIOCENO TEMPRANO	ZANCLIENSE	3.12	PL.4						
			3.58	PL.3						
	MIOCENO TARDIO	MESINIENSE		4.18	PL.2			2.850'	TUBARA	FORAMINIFEROS BENTONICOS MOLUSCOS, OSTRACODOS
				5.60	PL.1 (N.18-N.19)	<i>Uvigerina isidroensis</i>				
	MIOCENO MEDIO	SERRAVALLIENSE		6.00	M.14 (N.17)			7.275'	HIATO	HIATO
				6.90	M.13a (N.16)	HIATO	HIATO	7.275'	HIATO	HIATO
				7.10	M.12 (N.15)	<i>Sigmolina tenuis</i>		9.380'	HIATO	HIATO
				11.40	M.11 (N.14)					
				11.80	M.10 (N.13)					
				11.90	M.9 (N.12)					
				12.50	M.8 (N.11)					
				14.80	M.7 (N.10)					
				15.10	M.6 (N.9)					
				16.40	M.5 (N.8)					
	MIOCENO TEMPRANO	BURDIGALIENSE		17.30	M.4 (N.7)	<i>Guttulina caudriae</i>		9.380'	PORQUERO	FORAMINIFEROS BENTONICOS Y PLANCTONICOS
			18.80	M.3 (N.6)						
AQUITANIENSE			20.5	M.2 (N.5)						
			21.50	M.1 (N.4)						
PALEOGENO	OLIGOCENO TARDIO	CHATIENSE	23.80	P.22			11.480'	CARMEN SHALE	FORAMINIFEROS BENTONICOS, PLANCTONICOS Y ARENACEOS	
			27.10	P.21	<i>Cibicoides perlucida</i>					
	OLIGOCENO TEMPRANO	RUPELIENSE		29.40	P.20					11.990'
				30.30	P.19	<i>Bulimina cuneata</i>				
				32.00	P.18					
						12.006'				

Figura 3. Síntesis estratigráfica y posición cronoestratigráfica del área del Pozo Barranquilla-1

no superior y San Cayetano superior de edad Eoceno inferior que solo contienen radiolarios y foraminíferos bentónicos, situación presente en los pozos Campeche-1, Polo Nuevo-1, Caracolí-1, Manati-1 y Tubará-4, características no consideradas y descartadas por el *software*. Otras unidades son generalmente estériles o muy pobres con solo asociaciones bentónicas por razón de su litología clásica gruesa y paleoambiente, como es el caso de las Formaciones Maco (Eoceno medio) y Venados (Paleoceno superior) la primera presente en los pozos Caracolí-1, Manati-1, Polo Nuevo-1 y Porquera-1 (H.D-C, Figura 5) muy pobres en microfauna bentónica con un espesor aproximado de 1000' en Caracolí-1, 2000' en Polo Nuevo-1, 4000' en Manati-1 y de 9000' en Porquera-1. El tener en cuenta solo los intervalos estratigráficos de los elementos planctónicos que han sido los utilizados para identificar las profundidades de perforación y los espesores correspondientes, elimina aquellos intervalos de roca sin evidencias planctónicas. Esta situación es particularmente notable en la porción

inferior de los pozos mencionados anteriormente (ver la Figura 11 de Cuartas *et al.* (2006) y ocasiona que por el desconocimiento y descarte de las características físicas y estratigráficas del VIM se llegue a conclusiones equivocadas como las sugeridas en la Figura 11 de Cuartas *et al.* (2006) donde se dice que “los mayores espesores están hacia el sur y los menores en el norte”. La ilustración del Pozo Campeche-1 (Figura 11 de Cuartas *et al.*, 2006) es dramática para fines de una correlación objetiva y práctica, pues pareciera que todos los intervalos convergieran en un solo punto, como si la roca que perforó este pozo no existiera, no obstante que el intervalo perforado fue de 7323'. Campeche-1 es tal vez uno de los pozos menos apropiados para generar resultados ciertos con el *software* por lo incompleto, debido a su posición geográfica cercana a un alto estructural con adelgazamientos y desapariciones de las secuencias que generan incompletividad, condiciones conocidas y presentes en los registros sísmicos del área y que debieron haberse tenido en cuenta para que el

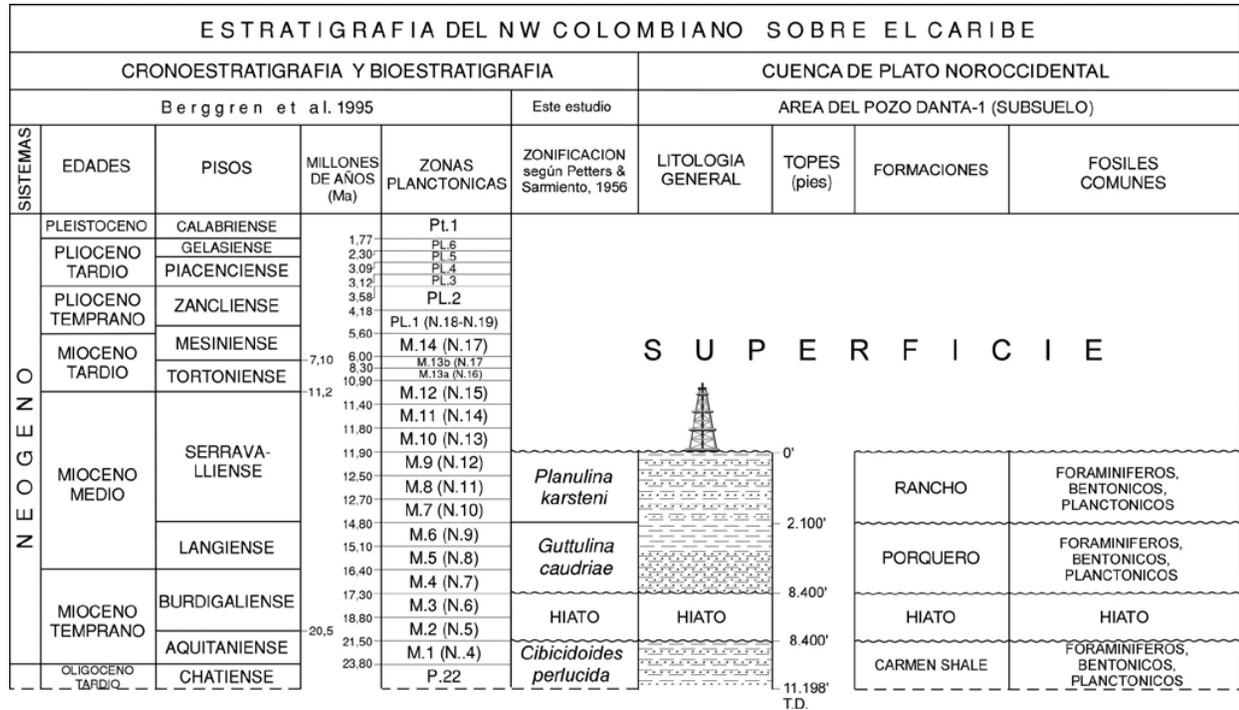


Figura 4. Síntesis estratigráfica y posición cronoestratigráfica del área del Pozo Danta-1

software produjera resultados coherentes. La realidad de este pozo con mis datos originales (Figura 8 H.D-C) fue: desde la primera muestra estudiada a 100' hasta los 700' las evidencias microfauísticas planctónicas encontradas fueron negativas para datar con precisión este intervalo debido al paleoambiente de plataforma media a interna indicado por la microfauna bentónica. Sin embargo, la asociación reportada de *Ammonia beccarii* y *Nonion sloanii* es característica de la Zona de *Ammonia beccarii* que hace parte de la Formación Tubará de edad Mioceno superior a Plioceno inferior (zonas N.17 a N.19). Este intervalo, pobremente datado, debido a las circunstancias anteriores, hace contacto con sedimentitas de la Formación Porquero que contienen formas planctónicas con *Globigerinoides diminuta*, marcador del tope del Mioceno medio basal (zona N.8) hasta los 900' indicando así la ausencia de todo el Mioceno medio y el Mioceno superior (zonas N.9 a N.16). Este intervalo a su vez hace contacto en su base con la Formación Carmen de edad Oligoceno a 900' (P.18 a P.21) que a su vez hace contacto con la Formación Chengue que representa el Eoceno medio a 1200' (zonas P.9 a P.12). La Formación Chengue

suprayace a la Formación San Cayetano superior (sin microfauna planctónica) que representa el Eoceno inferior basal a 2700' y finalmente este San Cayetano superior descansa sobre el San Cayetano inferior (también sin microfauna planctónica) que representa el Paleoceno desde 4100' hasta la profundidad total a 7323', mostrando así grandes hiatos e inconformidades, que explican la incapacidad del software para resolver esta situación. El depender exclusivamente de la ocurrencia y de los intervalos estratigráficos de las especies como parámetros cronológicos, sin incluir la roca como elemento primario fundamental, puede conducir a la contradicción de que si no hay foraminíferos planctónicos, tampoco hay registro del tiempo. ¡Como si la roca no existiera!

Ningún software estratigráfico está diseñado para reemplazar los hechos de la geología y estratigrafía locales, ni al estratígrafo, ni a los fundamentos de la estratigrafía (Kemple *et al.* 1995). El objetivo normal de todo software es agilizar procesos rutinarios, diseñados por la mente humana y ya probados "manualmente" e "in situ"; es decir, dentro de las condiciones

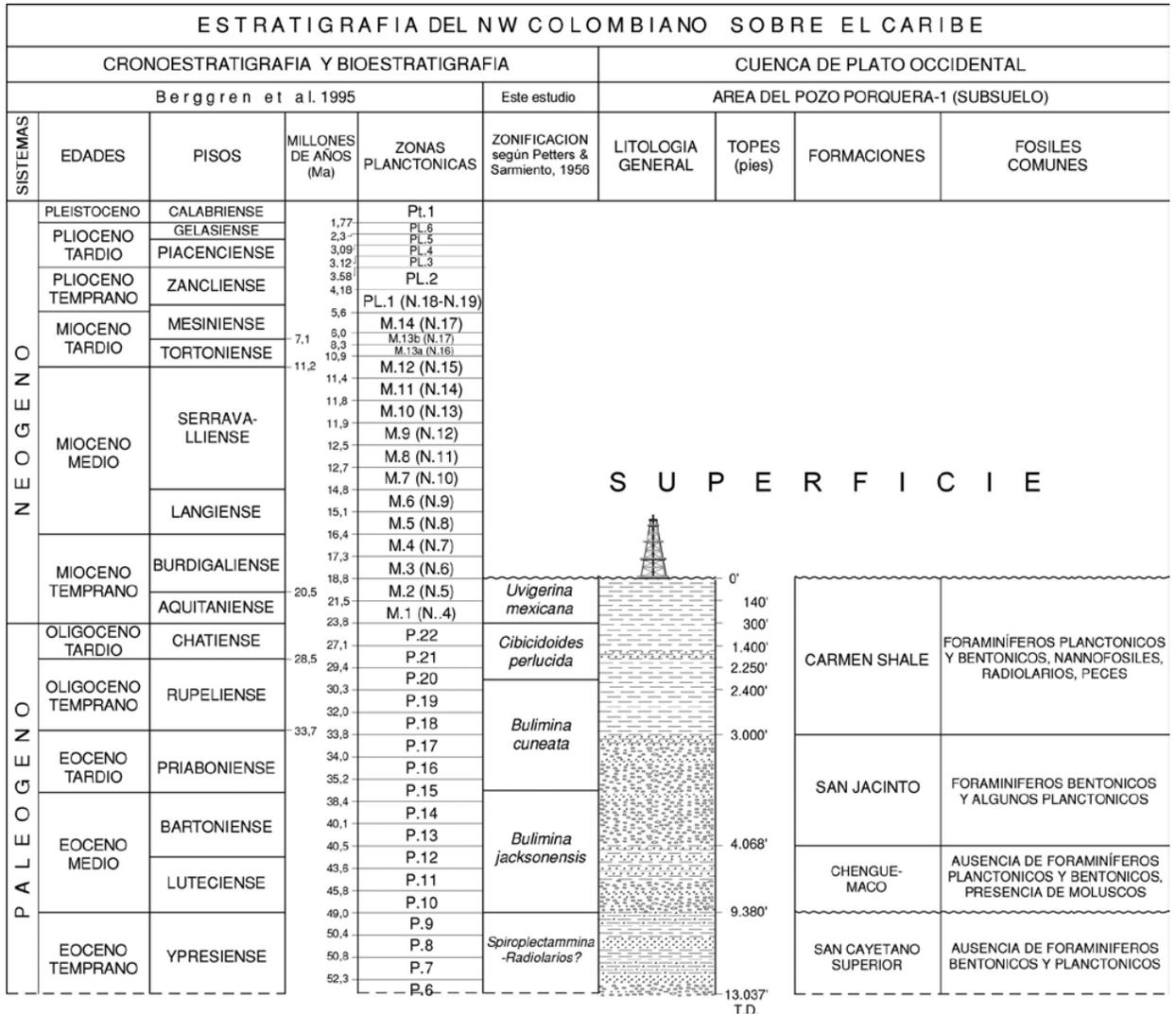


Figura 5. Síntesis estratigráfica y posición cronoestratigráfica del área del Pozo Porquera-1

locales que exige la aplicación, para lograr una mayor eficiencia, y no como instrumento cuyos resultados contraríen a los hechos (ver algunos ejemplos más adelante) y reemplacen los fundamentos del conocimiento mismo del cual nacieron. Lo anterior está claramente expuesto en las páginas introductorias de Kemple (1995) lo mismo que los antecedentes de la Cuenca de Taranaki, Nueva Zelanda (Cooper *et al.*, 2001) referencias constantemente citadas por Cuartas *et al.*, (2006) para notar el énfasis que se le da a este aspecto.

ALGUNOS COMENTARIOS PUNTUALES

1. Se habla de “*The inconsistencies found in the biostratigraphic record, i.e. varying successions of first and last appearances of species from well to well ...*”.

Estas inconsistencias son el producto del desconocimiento de los factores litológicos y ambientales ya discutidos así como del tratamiento indiscriminado de diversas publicaciones con muy diverso soporte criteriológico. Además, por lo importantes y críticas debieran haberse discutido con base en datos de una

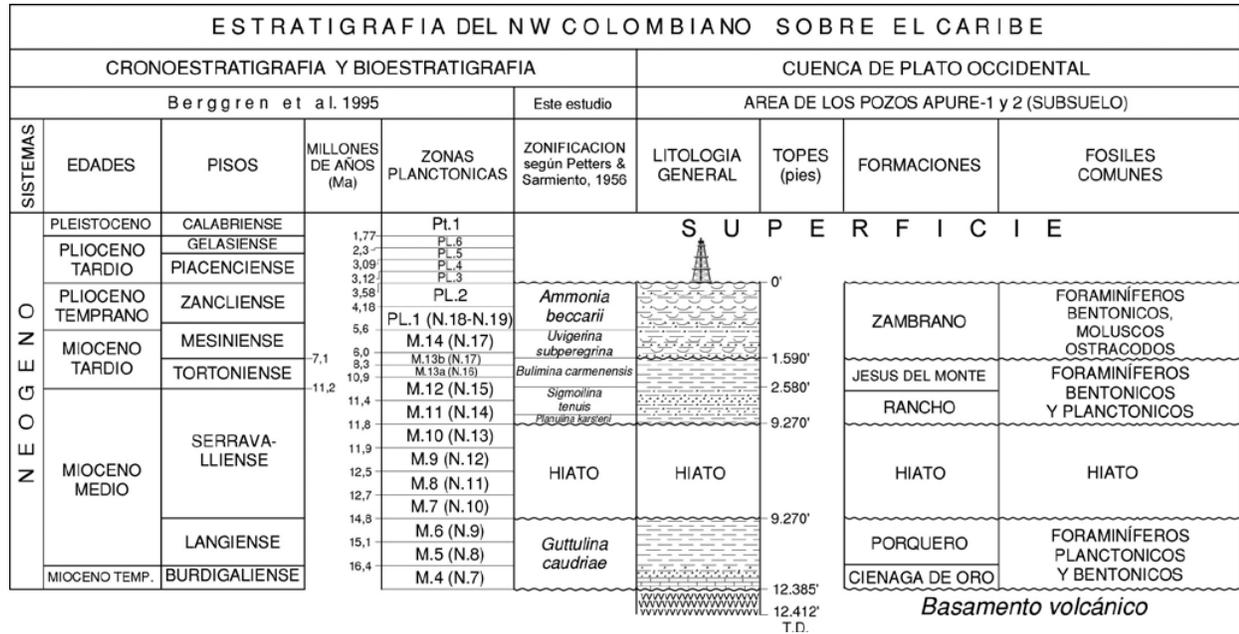


Figura 6. Síntesis estratigráfica y posición cronoestratigráfica del área del Pozo Apure-2

columna patrón de la Costa Norte de superficie o de subsuelo, i.e. la sección de Carmen-Zambrano que hasta la fecha es la más completa y continua del Caribe colombiano. También se habla de “la incompletitud del conocimiento estratigráfico”, que solamente se menciona. La estratigrafía de cualquier región se evalúa en función de las varias cuencas locales y de sus registros sedimentarios correspondientes, junto con los problemas de continuidad secuencial y completitud normalmente asociados, y en este trabajo no se hace ninguna referencia ni discusión específica a este tema no obstante existir suficiente información tanto de superficie como de pozos para evaluarla y discutir estos aspectos, lo que hubiera servido para discutir y plantear objetivamente los antecedentes estratigráficos y bioestratigráficos del Caribe colombiano tan importantes y críticos y así justificar la aplicación del *software*.

2. Otra observación hecha en el capítulo introductorio, que tampoco se explica ni se discute, es la crítica a la utilización de los foraminíferos bentónicos como herramienta bioestratigráfica.

La bioestratigrafía no discrimina ni exige para su aplicación ningún grupo o taxón en particular, su objetivo es organizar, distinguir y caracterizar paquetes

de roca a partir de su contenido fósil, para lo cual sus techos y sus bases se definen con los elementos de este contenido. Tampoco, su objetivo inmediato es datar dentro de la cronoestratigrafía ya que de por sí cada zona establece una datación local y relativa con base en el principio de la superposición. Por lo tanto, el comentario de que la zonificación de Carmen-Zambrano “is based mainly on benthonic foraminifera” no se justifica. El valor actual de los foraminíferos bentónicos o de cualquier fósil como herramienta bioestratigráfica no ha sido cuestionado ni ha cambiado desde los inicios de la estratigrafía (Smith, 1815, 1816) y mucho menos desde cuando estos fósiles mostraron todo su valor en la industria del petróleo como herramienta de control estratigráfico en la perforación de pozos; por el contrario, se ha implementado y refinado (Villamil *et al.*, 1998, entre otros). Por otro lado, su valor actual cronoestratigráfico está probado en publicaciones importantes como Lamb y Miller (1984) Berggren y Miller (1989), Bolli, Beckmann, & Saunders (1994) entre otros. Ver otras referencias adicionales al final de estos comentarios.

Para una ilustración mayor, hay que añadir como un antecedente histórico importante, que para la fecha de la publicación de Petters y Sarmiento (1956) las únicas he-

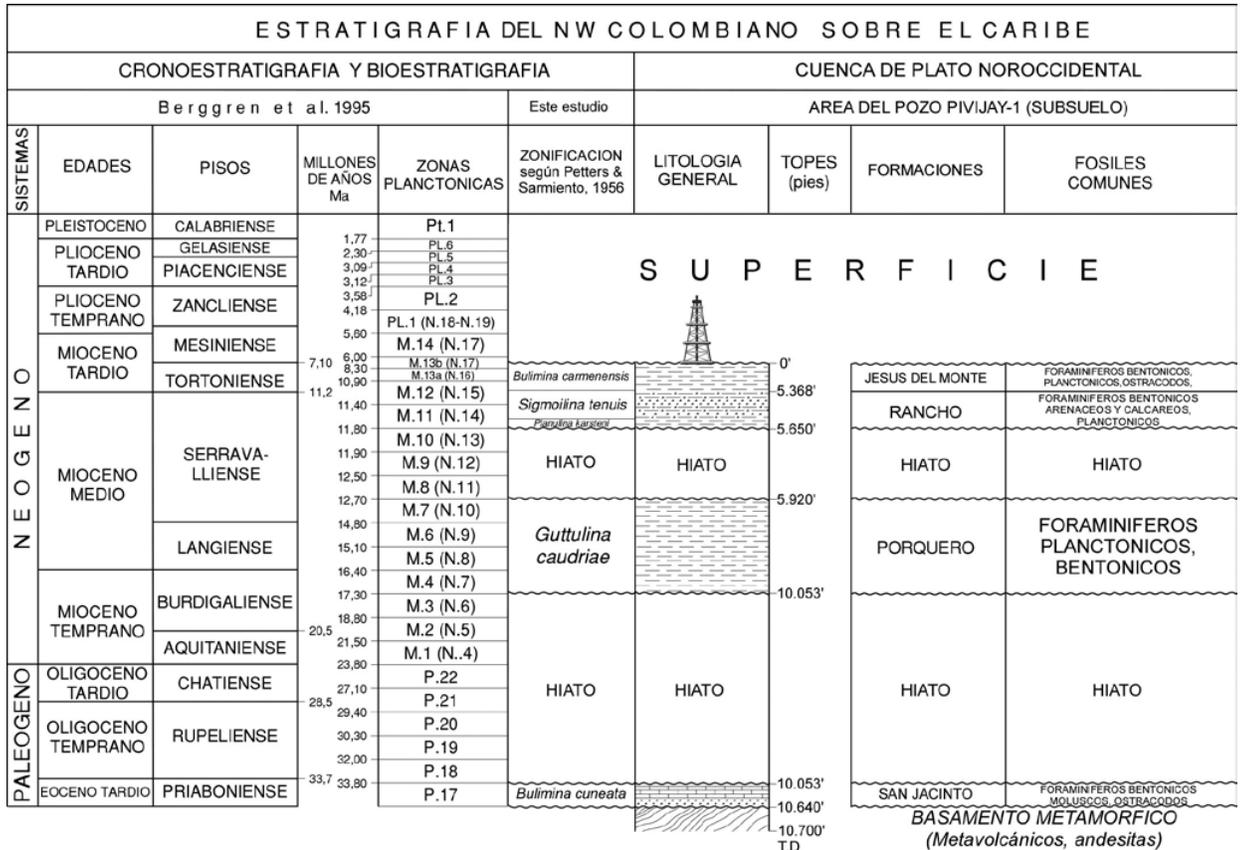


Figura 7. Síntesis estratigráfica y posición cronoestratigráfica del área del Pozo Pivijay-1

ramientas bioestratigráficas y cronoestratigráficas en el Caribe eran los moluscos y los foraminíferos en general, ya que la taxonomía de los foraminíferos planctónicos no se había estudiado ni desarrollado suficientemente, ni este grupo se había discriminado aún como herramienta bioestratigráfica en particular. Por lo tanto, los foraminíferos planctónicos se incluían y se trataban conjuntamente con los foraminíferos bentónicos como un solo grupo indiscriminado. Así, las primeras referencias bioestratigráficas del Caribe del norte suramericano como Renz (1948) para el Grupo Agua Salada de Venezuela y Petters y Sarmiento (1956) para la sección de Carmen Zambrano de Colombia, caracterizaron y subdividieron las secuencias litoestratigráficas estudiadas en zonas bioestratigráficas, que denominaron con los nombres de los taxa más distintivos, coincidentalmente bentónicos, con un valor bioestratigráfico probado regionalmente, previa verificación de su completividad y continuidad,

aplicando los conceptos fundamentales de la bioestratigrafía. Para anotar, como un ejemplo del tratamiento indiscriminado mencionado anteriormente, aparecen intercaladas dentro de la zonificación presentada, las zonas de *Globorotalia fohsi* (forma planctónica) para el Grupo Agua Salada y de *Globigerina dissimilis* (forma planctónica) para la sección de Carmen-Zambrano. Hay que volver a hacer énfasis en que coincidentalmente, el grupo con mayor presencia y diversidad dentro de las secuencias de las secciones del Grupo Agua Salada (Renz, 1948) y de Carmen-Zambrano y áreas adyacentes (Petters y Sarmiento, 1956) son las formas bentónicas con algunos niveles importantes con formas planctónicas, particularmente en sus porciones inferiores, situación debida exclusivamente a las condiciones paleoambientales propias de la evolución tectónica de los márgenes continentales del norte suramericano, diferentes a las de los fondos oceánicos.

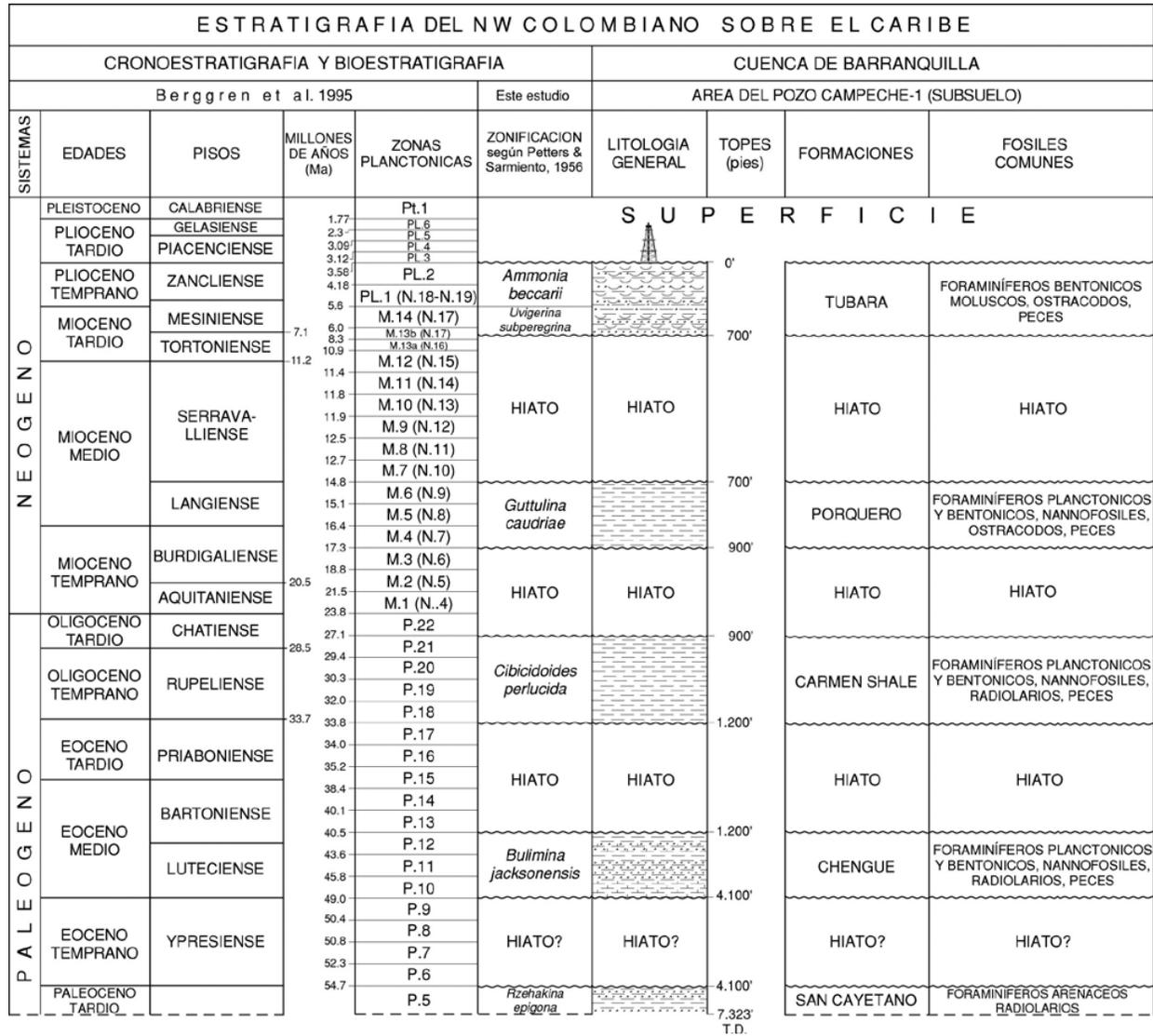


Figura 8. Síntesis estratigráfica y posición cronoestratigráfica del área del Pozo Campeche-1

3. Dentro de la Introducción se comenta la revisión de Stone (1968) y un “rejuvenecimiento considerable” de la zonificación de Petters y Sarmiento (1956).

Esta afirmación y realidad aparente, no es tan simple ya que tiene que ver con la evolución de la concepción del Oligoceno y el Mioceno en el Caribe que se definían con base en las dataciones particularmente de los moluscos antes de que Eames (1953, 1954) comenzara a cuestionar y discutir las correlaciones inter-continetales y de que Bolli (1957) asimilara

sus resultados a estas discusiones. Ese Oligoceno incluía, lo que hoy es todo el Oligoceno, el Mioceno temprano y el Mioceno medio, y el Mioceno temprano y Mioceno medio, a lo que actualmente es el Mioceno tardío, Plioceno y Pleistoceno. De ahí que asimilar y comparar, como se ilustra en la Figura 1 de Cuartas *et al.* (2006) el Oligoceno de Petters y Sarmiento con el Oligoceno de Stone (1968) y el de los demás autores genera confusión, pues se trata de dos concepciones diferentes.

paleontológicos, desconociendo las características fosilíferas y paleoambientes propios de los márgenes continentales colombianos donde la pobreza y ausencia de foraminíferos planctónicos en varios intervalos de las secuencias litoestratigráficas de la costa Norte colombiana es común. ¿Cómo se podría lograr alta resolución planctónica en las formaciones San Cayetano de edad Paleoceno a Eoceno inferior y en las secuencias más jóvenes que el Mioceno medio, formaciones Rancho, Hibácharo, Jesus del Monte y Tubará, Zambrano y Cerrito, con contenido fosilífero muy escaso o que no los contienen? Para nombrar solamente depósitos de origen marino (Duque-Caro, 1997).

“METHODS”

Este capítulo que es el corazón y centro de la investigación y que por lo tanto incide directamente en la veracidad de los resultados obtenidos no ha tenido en cuenta el conocimiento estratigráfico y geológico de la región, no obstante las referencias y antecedentes citados, ni lo ha relacionado con los parámetros del *software*. Lo único claro es que con el *software* se procesó la información, bioestratigráfica cuantitativa de eventos de primera (FOs) y de última ocurrencia (LOs) de foraminíferos planctónicos y bentónicos de las cartas de dispersión de muestras de zanja de Duque-Caro (informes internos de Ecopetrol de 1994, 2000a, 2001a, 2001b, 2002) de los pozos Barranquilla-1, Ciénaga-1, Tubará-4, Caracol-1, Polo Nuevo-1, Santa Rita-1, Remolino-1, Pivijay-1, Campeche-1, Molinero-1, Media Luna-1, Danta-1, Algarrobo-1, Apure-2, Guamito-1 y Ligia-1, localizados en el VIM, habiéndose descartado a los foraminíferos bentónicos.

¿Cómo -desconociendo todas las características geológicas del área, y sin un patrón estratigráfico y bioestratigráfico local- se valoraron previamente los intervalos estratigráficos locales de las especies utilizadas, particularmente las bentónicas, cuyo valor bioestratigráfico y cronoestratigráfico ha sido reconocido y probado en todo el Caribe y márgenes continentales norte suramericanos (Renz, 1948, Petters y Sarmiento, 1956; Berggren & Miller, 1989; Bolli *et al.* 1994, entre otros)? pues no se hace referencia a este patrón local, como si se hubiera esperado y como un efecto de la capacidad del *software*, que éste

ordenara, probara y diseñara el *standard* y resolviera toda la problemática involucrada. Como resultado obvio el *software* descartó a la microfauna bentónica y dejó solo a la microfauna planctónica, que si tuvo un patrón de secuencia externo como el de Bolli, Saunders, and Perch-Nielsen (1985) para producir resultados con secuencias aparentemente ordenadas de estos elementos planctónicos.

“RESULTS”

“Experimental Time-calibration of the Composite Succession of the LMV and the Global Relative Sea-Level Curve”

Este capítulo muestra un manejo indebido de la columna del tiempo geocronológico, al llevarla (no calibrarla) sin ninguna evaluación ni consideración a una región tan diferente como el margen continental colombiano con desconocimiento del origen y los fundamentos de la cronoestratigrafía (Ma) en el océano cuya validez ha sido el producto de la calibración de la sedimentación, la magnetoestratigrafía y la bioestratigrafía oceánicas para caracterizar un ambiente típico, exclusivo para los ambientes oceánicos (Berggren *et al.*, 1995). También se han asimilado indebidamente y en una forma muy simple las últimas ocurrencias oceánicas calibradas con el tiempo geocronológico a las últimas ocurrencias obtenidas del *software* con los datos del continente lo cual es a todas luces impropio del rigor exigido por todo trabajo científico, pues por su misma naturaleza, las características estratigráficas paleoambientales, tectónicas y sedimentarias de los márgenes continentales, incluyendo el colombiano son diferentes a las de los fondos oceánicos y por lo tanto exigen un patrón sedimentario y magnetoestratigráfico local para calibrar, correlacionar y localizar los intervalos estratigráficos obtenidos a la luz de la bioestratigrafía local y así discutir su posible edad geocronológica.

“Sediment Accumulation Rates and Unconformities”

¿Cómo se pueden estimar y predecir presencia o ausencia de intervalos y tasas de acumulación cuando se han eliminado las unidades roca que no contienen microfauna planctónica?

“The age-depth well plot for the Barranquilla-1 well suggests the presence of three possible unconformities. The first one, spanning the Middle Eocene to about the Middle Miocene, would represent a missing record of ~26 my, though it could be as short as ~7 my, as discussed above. The second one, spanning from around the middle Middle Miocene to the late Middle Miocene, would represent a missing record of ~4 my. Finally the last one, spanning from the late Late Miocene to around the Pliocene would represent a missing record of ~5 my (Figure 9)”.

Estas tres inconformidades no concuerdan con los datos planctónicos y bentónicos estudiados y analizados sin *software* en el pozo Barranquilla-1 (Figura 3) y que muestran la existencia real y física de los intervalos Oligoceno inferior (base del pozo) al Mioceno medio y los demás. En la misma forma, la tercera inconformidad propuesta también se opone a los hechos físicos, que en este pozo en particular, muestra la presencia típica de la Formación Tubará de edad Mioceno superior a Plioceno inferior con sus fósiles planctónicos y bentónicos característicos.

“DISCUSSION”

Este capítulo está dedicado a discutir y comparar los intervalos estratigráficos de las especies a partir de los resultados del *software* que como se ha visto son muy contradictorios con los datos de superficie y con los datos individuales de los pozos, interpretados sin *software*, que yo interpreto como consecuencia de la eliminación de la unidad roca por no contener foraminíferos planctónicos y haber eliminado los foraminíferos bentónicos, además del desconocimiento del entorno tectónico-sedimentario de la Costa Norte. La dependencia exclusiva de la ocurrencia de los foraminíferos planctónicos para evaluar la presencia o inexistencia del tiempo geológico en la costa norte diera la sensación de que este *software*, en la forma como se ha aplicado en este estudio, puede cambiar las ocurrencias físicas dentro de una secuencia, en perjuicio de la existencia de la misma como se notó en la Figura 1 y en los pozos comentados anteriormente, lo cual sería contradecir el principio fundamental de la estratigrafía donde ¡la roca y el estrato, que son inamovibles de su posición estratigráfica natural, sean el único testimonio, que tiene el geólogo para interpretar el pasado!

CONCLUSIÓN

Es una lástima que los datos contenidos en las cartas de dispersión procesadas, tanto de foraminíferos bentónicos como de foraminíferos planctónicos no se hubieran aprovechado mejor confrontándolos y verificándolos previamente a la luz de las secuencias de superficie litoestratigráficas y bioestratigráficas de, por ejemplo, la Sección de Carmen-Zambrano, la más completa y continua de la costa norte, y teniendo en cuenta el entorno tectónico y estructural antes de utilizar el *software*, lo cual hubiera mejorado y enriquecido la evaluación e interpretación de los resultados.

Como consecuencia de todo lo anterior hay que hacer énfasis en que la proliferación de modelos y *softwares* especializados, no obstante su aplicación exitosa en las regiones donde nacieron, su aplicación en otras regiones como las norte suramericanas requieren de mucho estudio y acumulación de datos producto del conocimiento de la geología y estratigrafía locales. Hay que evitar la tendencia actual a creer que todo el conocimiento se va a lograr a partir de estas herramientas, olvidándose de principios fundamentales de la geología y estratigrafía y de la importancia que tiene la geología y toma de datos en el campo.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a los editores de la revista *CT&F - Ciencia, Tecnología y Futuro* por la invitación a que publicara este artículo y en la misma forma quiero agradecer muy especialmente al Dr. Fernando Etayo Serna por sus valiosos comentarios y sugerencias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS CITADAS Y RECOMENDADAS

- Berggren, W. A., & Miller, K. G. (1989). Cenozoic bathyal and abyssal calcareous benthic foraminiferal zonation. *Micropaleontology*, 35: 308-320.
- Berggren, W. A., Kent, D. V., Aubry, M. P., & Hardenbol, J. (1995). Geochronology, time scales and global stratigraphic correlations: unified temporal framework for an historical Geology. Introduction: *Society of Economic*

- Paleontologists and Mineralogists, Special Publication*, 54: 5-6.
- Blow, W. H. (1970). Validity of biostratigraphic correlations based on the Globigerinacea. *Micropaleontology*, 16: 257-268.
- Bolli, H. M., (1957), Planktonic foraminifera from the Oligocene-Miocene Ciperó and Lengua formations of Trinidad, in Loeblich, A. R., Tappan, H., Beckmann, J. P., Bolli, H. M., Montanaro Gallitelli, E., and Troelsen, J. C., eds., *Studies in Foraminifera. U.S. Nat. Museum, Bull.* 215: Washington, D.C., Smithsonian Institution, p. 97-123.
- Bolli, H. M., Beckmann, J. P., & Saunders, J. B (1994). *Benthic foraminiferal biostratigraphy of the south Caribbean region*. New York: Cambridge University Press.
- Boersma, A. (1984). *Handbook of Common Tertiary Uvigerina: Stony Point*. New York: Microclimates Press.
- Cooper, R. A., Crampton, J. S., Raine, J. I., Gradstein, F. M., Morgans, H. E. G., Sadler, P. M., Strong, C. P., Waghorn, D., & Wilson, G. J.(2001). Quantitative biostratigraphy of the Taranaki Basin, New Zealand: A deterministic and probabilistic approach. *American Association of Petroleum Geologists, Bulletin*, 85 (8), 1469-1498.
- Cuartas, C., Jaramillo, C., & Martínez, J. I. (2006). Quantitative biostratigraphic model for the tertiary of the lower magdalena basin, colombian caribbean. *CT&F-Ciencia, Tecnología y Futuro*, 3 (2), 197-198.
- Cushman, J. A., & Renz, H. H. (1948). Note on the occurrence of *Uvigerina mexicana* Nuttall in the Ste. Croix formation of Trinidad, B.W.I. *Contributions from the Cushman Laboratory for Foraminiferal Research*, 24: 23-24.
- Drooger, C. W. (1954). The Oligocene-Miocene boundary on both sides of the Atlantic. *Geological Magazine*, 91: 514-518.
- Duque-Caro, H. (1968). Observaciones generales a la bioestratigrafía y geología regional en los departamentos de Bolívar y Córdoba. *Boletín Geológico, Universidad Industrial de Santander*, 24: 71-87.
- Duque-Caro, H. (1971). A reply to: On planktonic foraminiferal zonation in the Tertiary of Colombia. *Micropaleontology*, 17 (3), 365-368.
- Duque-Caro, H. (1979). Major structural elements and evolution of northwestern Colombia. *American Association of Petroleum Geologists, Memoir*, 29: 329-351.
- Duque-Caro, H. (1984). Structural style, diapirism and accretionary episodes of the Sinu-San Jacinto terrane, southwestern Caribbean borderland: Geological Society of America Memoir, 162: 303-316.
- Duque-Caro, H. (1997). The Llanos Basin (Colombia): In search of greater stratigraphic resolution. *Journal of Petroleum Geology*, 20: 96-99.
- Eames, F. E. (1953). The Miocene/Oligocene boundary and the use of the term Aquitanian. *Geological Magazine*, 90: 388-392.
- Eames, F. E. (1954). The Caribbean "Oligocene". *Geological Magazine*, 91: 326-327.
- Eames, F. E. (1955). The Miocene/Oligocene boundary in the Caribbean region. *Geological Magazine*, 92: 86.
- Eames, F. E., Banner, F. T., Blow, W. H., & Clarke, W. J. (1960). Mid-Tertiary stratigraphical palaeontology. *Nature*, 185: 447-448.
- Eames, F. E., Banner, F. T., Blow, W. H., & Clarke, W. J. (1962). *Fundamentals of Mid-Tertiary Stratigraphical Correlations*: Cambridge, Cambridge University Press, 163 p.
- Haq, B. U., Hardenbol, J., & Vail, P.R. (1987). Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic (250 million years ago to present). *Science*, 235:1156-1167.
- Hutton, J. (1788). Theory of the earth, proofs and illustrations. *Royal Soc. Edinburgh Trans.*, 1: 209 304.
- International Subcommittee on Stratigraphic Classification of IUGS Commission on Stratigraphy (ISSC). (1976). *International Stratigraphic Guide. A guide to Stratigraphic Classification, Terminology, and Procedure*. Edited by Hollis D. Hedberg: New York, John Wiley and Sons, 200 p.
- Kemple, W. G. (1995). Extending graphic correlation to many dimensions: Stratigraphic correlation as constrained optimization. *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publication*, 53: 66-82.
- Lamb, J. L., & Miller, T. H. (1984). Stratigraphic significance of *Uvigerinid* foraminifers in the western hemisphere. *The University of Kansas Paleontological Contributions*, 66: 1-98.

- Petters, V. Sarmiento, R. (1956). Oligocene and Lower Miocene Biostratigraphy of Carmen-Zambrano area, Colombia. *Micropaleontology*, 2 (1), 7-35.
- Porta, J. de. (1962). Consideraciones sobre el estado actual de la estratigrafía del Terciario en Colombia. *Boletín de Geología, Universidad Industrial de Santander*, 9: 5-43.
- Porta, J. de. (1970). On planktonic foraminiferal zonation in the Tertiary of Colombia: *Micropaleontology*, 16: 216-220.
- Renz, H. H. (1948). Stratigraphy and Fauna of the Agua Salada Group, State of Falcon, Venezuela. *Geological Society of America Memoir*, 32: 1-219.
- Smith, W. (1815). *Memoir to the Map and delineation of the strata of England and Wales with a part of Scotland*. London, Cary, 51.
- Smith, W. (1816). *Strata identified by organized fossils containing prints on coloured paper of the most characteristic specimens in each stratum*. London, W. Arding, 32.
- Stone, B. (1968). Planktonic foraminiferal zonation in the Carmen-Zambrano area, Colombia, *Micropaleontology*, 14 (3), 363-364.
- Villamil, T., Arango, C., Weimer, P., Waterman, A., Rowan, M. G., Varnai, P., Pulham, A. J., & Crews, J. R. (1998). Biostratigraphic techniques for analyzing benthic biofacies, stratigraphic condensation, and key surface identification, pliocene and pleistocene sediments, northern Green Canyon and Ewing Bank (Offshore Louisiana), northern Gulf of Mexico. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 82: 961-985.

(Aceptado 24 de noviembre 2006)

Nota del editor:

Respuesta a este comentario puede consultarse en la página 197 de esta edición.