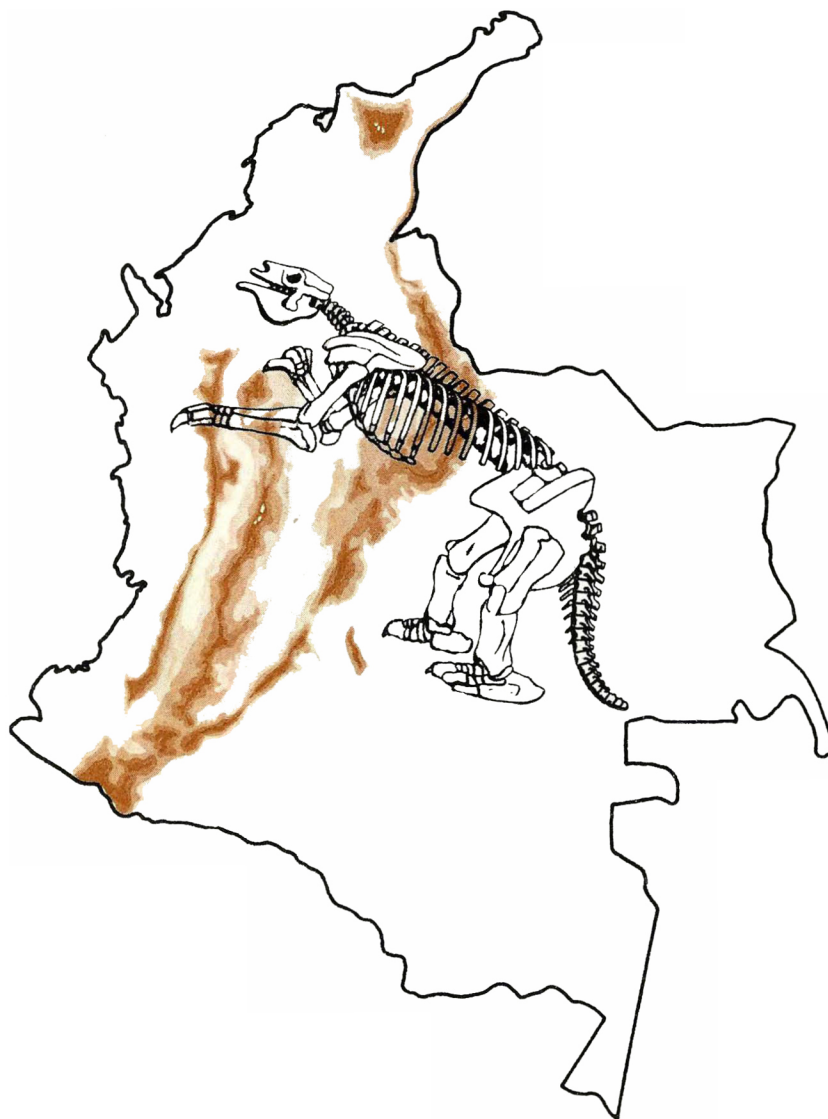


BOLETIN GEOLOGICO

VOL. XIX, No. 3 - 1971



REPUBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE MINAS Y PETROLEOS
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES GEOLOGICO - MINERAS

BOLETIN GEOLOGICO

VOLUMEN XIX, No. 3

1971

INDICE GENERAL

	<u>Páginas</u>
Hermann Duque C.: Ciclos tectónicos y sedimentarios en el Norte de Colombia y sus relaciones con la Paleocología.	1 - 23
Hermann Duque C.: Relaciones entre la Bioestratigrafía y la Cronostratigrafía en el llamado Geosinclinal de Bolívar	25 - 68
Diana Gutiérrez P.: La <i>Exogyra squamata</i> en el Cretáceo medio de la Cordillera Oriental de Colombia	69-130

La responsabilidad de los conceptos emitidos en este Boletín Geológico corresponde exclusivamente a sus autores.

**CICLOS TECTONICOS Y SEDIMENTARIOS
EN EL NORTE DE COLOMBIA Y SUS
RELACIONES CON LA PALEOECOLOGIA**

Por

Hermann Duque Caro
Geólogo

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES GEOLOGICO - MINERAS
BOGOTA D.E. 1972

CONTENIDO

	<u>Página</u>
RESUMEN - ABSTRACT	1 - 2
INTRODUCCION	3
ESTRATIGRAFIA	4
SECCION DEL ARROYO ALFEREZ	4
LIMOLITAS	4
TURBIDITAS	5
CARBONATOS	8
RELACIONES ESTRATIGRAFICAS CON LAS FACIES INFERIORES YA DISCUTIDAS . . .	10
SECCION DE CARMEN-ZAMBRANO	11
ARCILLOLITAS	12
TURBIDITAS	13
CARBONATOS	14
RELACIONES ESTRATIGRAFICAS CON LAS UNIDADES MAS ANTIGUAS	16
PERIODOS DE ESTABILIDAD E INESTABILIDAD . . .	18
CONCLUSIONES	19
AGRADECIMIENTOS	20
BIBLIOGRAFIA	21

FIGURAS

1	Mapa geológico general del Terciario Marino. entre	4 y 5
2	Cuadro de Facies Litológicas, ambientes y microfauna relacionados a movimientos tectónicos.	7
3	Distribución de las islas eugeosinclinales en la costa norte	9

RESUMEN

En estudios estratigráficos realizados recientemente en las secciones del Arroyo Alférez (Cretáceo - Paleogeno) y la de Carmen - Zambrano (Paleogeno - Neogeno), situadas en la Costa Norte de Colombia, ha sido posible reconocer variaciones cíclicas en el contenido de carbonato de calcio. Esto se ha interpretado, entre otras causas, como debido a la *solución diferencial y descalcificación de la fauna*, consecuencia directa del aumento en la profundidad de la cuenca.

Teniendo en cuenta este fenómeno, se plantean dos ciclos tectónicos y sedimentarios separados por períodos de tectonismo intenso y erosión, los cuales están confirmados por cambios paleoecológicos bruscos en los ambientes de depósito. Estos ciclos se pueden comparar en un sentido general con las *Facies geosinclinales* de Auboin (1965) y sirven como unidades *estratigráficas prácticas* para correlaciones regionales. De esta manera los ciclos reconocidos se proponen como unidades *tiempo - roca*.

ABSTRACT

Cyclic variations in the calcium carbonate content are discussed based on recent stratigraphic studies performed in the Arroyo Alferez (Upper Cretaceous - Paleogene) and the Carmen - Zambrano (Paleogene - Neogene) sections in the North Coast of Colombia.

This is interpreted as the result of *differential solution* being produced by a deepening in the basin.

According to this phenomenon, two tectonic and sedimentary cycles are distinguished. The cycles are separated by periods of tectonism and erosion which are confirmed by sudden paleoecological changes in the depositional environment. Also, the cycles can be compared in a broad sense with the "Geosynclinal Facies" (Auboin, 1965) and they appear to be practical tools for regional correlations. Thus, the cycles here recognized are proposed as *time - rock* units.

INTRODUCCION

Hasta la fecha muy poco se ha publicado acerca del Terciario marino del norte de Colombia especialmente al occidente de la Sierra Nevada de Santa Marta.

Aunque esta región ha sido trabajada con alguna intensidad por diferentes empresas de petróleo, la información obtenida desafortunadamente, ha permanecido inédita. Lo poco publicado trata muy superficialmente la litoestratigrafía y ambientes de depósito, dándole mayor importancia a la discusión de una edad determinada.

Desgraciadamente, aunque parezca paradójico el Terciario marino del norte de Colombia es muy abundante en fósiles, de ahí que siempre los problemas se hayan tratado de resolver con base exclusivamente en éstos, velando así los problemas litoestratigráficos y sedimentarios.

Se desconocen por ejemplo, las extensiones geográficas de las unidades *estrictamente roca* y sus relaciones horizontales. Unidades que no presentan mayores similitudes entre sí, por el solo hecho de agrupar fósiles de la misma edad, han sido enlazadas, atribuyendo algunas veces las diferencias litológicas a cambios laterales de facies.

En este trabajo no se dará mayor énfasis a la nomenclatura estratigráfica existente, por ser sus definiciones originales muy vagas en cuanto a características litológicas, contactos y relaciones estratigráficas reales, con las unidades infra y suprayacentes, además de que las secciones tipo no han sido localizadas con precisión. Todo esto hace que su uso sea poco práctico en el campo y sea necesaria una revisión y redefinición de esta nomenclatura.

ESTRATIGRAFIA

Con el fin de obtener una visión global, se ha tratado de agrupar la estratigrafía del norte de Colombia en *litofacies* en un sentido regional muy amplio, relacionando su litología y características sedimentarias, con la paleoecología, tectónica y variaciones del carbonato de calcio (CaCO_3) a través del tiempo.

Una nomenclatura formal estratigráfica, se irá creando a medida que las diferentes facies propuestas, se vayan detallando en las diferentes cuencas y subcuencas en el norte de Colombia.

Se han escogido como secciones tipo, la del Arroyo Alférez entre Cerro Cansona y San Carlos, para el Cretáceo superior y el Paleogeno y la sección de Carmen-Zambrano, para el Paleogeno superior y el Neogeno. Estas dos secciones se han superpuesto la segunda a continuación de la primera, ya que están separadas únicamente por una zona de pliegues, que tectónicamente no ha afectado su continuidad.

SECCION DEL ARROYO ALFEREZ

Esta seccion está localizada en la esquina suroriental del cuadrángulo D-8, en las áreas de Cansona y San Carlos (fig.1). Las facies reconocidas desde la más antigua hasta la más joven, son:

LIMOLITAS

En las lomas de Cansona (D-8) y Chalán (E-8) donde se

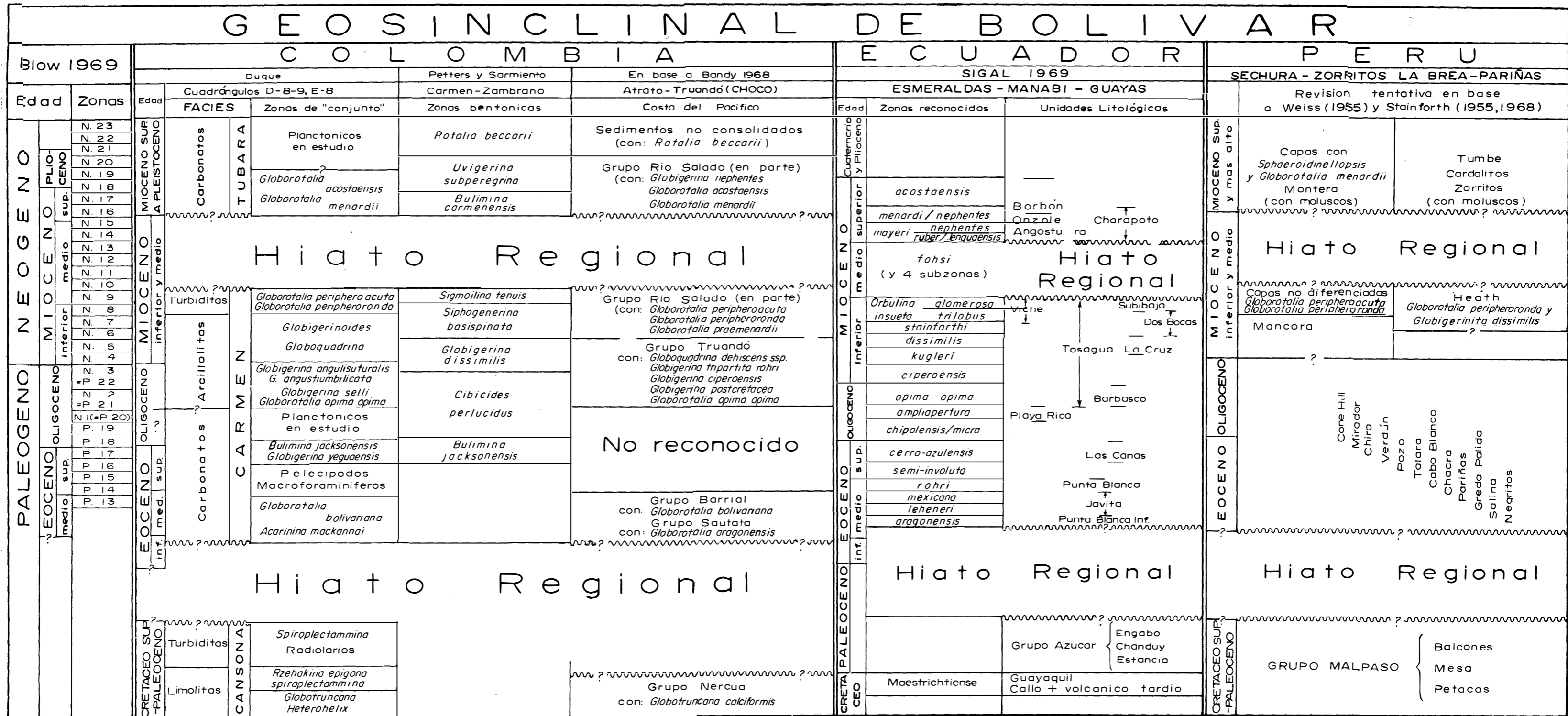


Fig.-2 CUADRO DE CORRELACION DEL TERCIARIO MARINO

encuentran mejor expuestas, estas facies consisten de limolitas de color crema, con frecuencia oxidadas y cherts con intercalaciones de rocas verdes (ofiolitas) de 10 a 20 cms. Hacia su porción más baja observada en Cansona, contienen lentejones y concreciones calcáreas, algunas veces con amonita.

La microfauna encontrada en su parte superior, consiste principalmente de foraminíferos predominantemente planctónicos de edad Campaniano-Maestrichtiano (Cerro Cansona). En su porción más baja hasta ahora observada, se encontraron amonitas de edad Coniaciano (Arroyo Cacao en Cerro Cansona) y foraminíferos planctónicos: *Marginotruncana concavata* (Arroyo Columbita, Chalán).

Las características litológicas junto con el predominio de la fauna planctónica, permiten clasificar estas facies como depositadas en un ambiente marino relativamente profundo (fig. 2).

La tectónica es especialmente intensa y compleja en el área del presente estudio; de aquí que el espesor observado sea aproximado y se haya calculado en 700 metros. Estas facies también se han reconocido en los cuadrángulos E-7-8 y F-7-8 (fig. 3), al suroeste del área tipo y comprende parte de lo que se llamó *informalmente* Complejo de Chalán (cf. Duque, 1968).

TURBIDITAS

Estas facies, junto con las anteriores de *Limolitas*, son las rocas más antiguas encontradas en el margen occidental de la Costa Norte y delimitan las diferentes cuencas terciarias de la región.

En el Arroyo Alférez se presentan como intercalaciones rítmicas de lutitas y grauvacas en bancos de 10 hasta 50 cms.

Estas facies fueron estudiadas al sur del área tipo (San Andrés, cuadrángulo E-8) por Zimmerle (1968), en relación a la ocurrencia de serpentina detrítica incluida dentro de las series rítmicas de la Formación Luruaco. Este autor clasificó estas facies como *turbiditas*, principalmente por su ritmicidad y por presentar estratificación gradual (“graded bedding”). Estas mismas características han sido reconocidas a lo largo de la región costera septentrional, v.gr.: área tipo, San Cayetano (D-9) y Luruaco (C-9) entre otras localidades, confirmando así su origen turbidítico.

Uno de los hechos más notables observados dentro de estas facies, es su gran abundancia en radiolarios en asociación con foraminíferos exclusivamente arenáceos, y la ausencia total de foraminíferos planctónicos, que deberían ocurrir conjuntamente con los radiolarios. Esta ausencia anormal de foraminíferos planctónicos, se ha interpretado como consecuencia de fenómenos de *solución diferencial y descalcificación* de la fauna, por la profundización de la cuenca.

Estudios recientes sobre la *solución diferencial* en los foraminíferos planctónicos (cf. Rudiman y Heezen, 1967, Blow, 1969, entre otros), han demostrado que las variaciones en la abundancia de los foraminíferos depositados en bajas profundidades oceánicas, pueden dar indicaciones más o menos precisas de la ecología superficial en el momento del depósito. En áreas más profundas, tales variaciones son debidas principalmente, a la *solución diferencial* entre las faunas. En experimentos hechos en el Océano Atlántico Ecuatorial, la profundidad mínima bajo la cual se comenzó a observar la solución diferencial, fué de 4.000 metros. La mayor parte de las asociaciones faunísticas calcáreas en profundidades mayores de 4.000 metros se disolvieron diferencialmente y en profundidades mayores de 5.000 metros, se pudo observar ya una solución casi total.

Este fenómeno parece que está íntimamente ligado a la no ocurrencia de foraminíferos planctónicos fósiles dentro de las facies

Fig.2-CUADRO DE FACIES LITOLÓGICAS AMBIENTES Y MICROFAUNA RELACIONADOS A MOVIMIENTOS TECTÓNICOS

Secciones Tipo	Espec.	Facies	Variación en CaCO ₃	Períodos de estabilidad e inestabilidad	Ambientes y fauna	ZONACION		Edades
						Peters y Sarmento 1956	"Zonas de conjunto"	
Sección Colmen-Zambrano	Tubera	CARBONATOS Predomina de sedimentos ricos en CaCO ₃ , calizas, areniscas y lutitas Espesor 2015 m	Abundante	Estabilidad?	Aguas someras Fauna calcárea Foraminíferos Pelecípodos	<i>Rotalia beccarii</i>	Muy pocas planctónicas (en estudio)	MIOCENO SUPERIOR y más alto
					<i>Uvigerina subperegrina</i>	?		
					<i>Bulimina carmenensis</i>	<i>Globarotalia acostaeensis</i> <i>Globarotalia merrilli</i>		
Sección Colmen-Zambrano	Ciclo del Carmen	TURBIDITAS Estratificación rítmica con alternancias de areniscas sucias y lutitas. Planos de estratificación marcados y evidencias de "slumping" hacia el tope. Espesor: 1940m	disminución	Inestabilidad	Aguas profundas Descalcificación de la fauna Predominio fauna arenácea sobre la calcárea. Fauna netrabajada	<i>Sigmolina tenuis</i>	<i>Globarotalia peripherocata</i> y <i>Globarotalia peripherocata</i>	MIOCENO INFERIOR Y MEDIO 1er parte
					<i>Siphonogenerina basispinata</i>	<i>Globarotalia peripherocata</i>		
					<i>Globigerina dissimilis</i>	<i>Globarotalia angustifurcata</i> <i>Globarotalia angustifurcata</i> <i>Globarotalia opima opima</i>		
Sección Colmen-Zambrano	Ciclo de Consuelo	ARCILLOLITAS Arcillolitas grises con frecuencia amarillentas por oxidación, plásticas, asociadas con yeso Espesor: 1475 m	Abundante	Estabilidad?	Profundidades de 2000m En la parte alta radiolarios y predominio de la fauna planctónica.	<i>Globigerina dissimilis</i>	<i>Globigerinoides</i>	OLIGOCENO
					<i>Cibicides per lucidus</i>	<i>Globarotalia angustifurcata</i> <i>Globarotalia opima opima</i>		
					<i>Bulimina jacksonensis</i>	<i>Bulimina jacksonensis</i> <i>Globarotalia yeguensis</i>		
Sección Alayo Alferez (Cerro Colorado-San Carlos)	Ciclo de Consuelo	CARBONATOS Lutitas grises glauconíticas, calizas macizas arenáceas, conglomeradas en la base Espesor: 850 m	Abundante	Inestabilidad	Aguas someras Macroforaminíferos Pelecípodos	<i>Bulimina jacksonensis</i>	Pelecípodos Macroforaminíferos <i>Globarotalia boliviana</i> <i>Agerina mckenna</i>	EOCENO MEDIO A SUPERIOR
						Radiolarios <i>Spiraplectammia</i>		
						<i>Spiraplectammia</i> <i>Rzehakina epigona</i>		
Sección Alayo Alferez (Cerro Colorado-San Carlos)	Ciclo de Consuelo	TURBIDITAS Estratificación rítmica y gradual, planos marcados de estratificación. Grauvacos y lutitas interestratificadas conglomeradas. Espesor: 1000m	Abundante?	Estabilidad?	Aguas profundas mayores de 5000m. Descalcificación de la fauna Radiolarios y fauna arenácea exclusivamente		<i>Globarotalia boliviana</i> <i>Agerina mckenna</i>	CRETACEO SUPERIOR y SUPERIOR PALEOCENO
						<i>Globarotalia boliviana</i> <i>Agerina mckenna</i>		
Sección Alayo Alferez (Cerro Colorado-San Carlos)	Ciclo de Consuelo	LIMOLITAS Limolitas crema-najizas frecuentemente con intercalaciones de rocas verdes (ofolitas). Localmente concreciones y lentejones calcáreos hacia la base. Espesor: 2700m	Abundante?	Estabilidad?	Aguas profundas Fauna planctónica y radiolarios Se han encontrado ammonitas debajo de estas facies.		<i>Globotruncana</i> <i>Heterohelix</i>	CRETACEO SUPERIOR

de turbiditas en discusión. Esto permite clasificar el ambiente de sedimentación, como de mar abierto, en profundidades mayores de 5.000 metros.

En el Arroyo Alferez, aunque la tectónica que ha afectado a esta facies es bastante intensa y frecuentemente fallada, su espesor se ha calculado en 1.000 metros aproximadamente. Hasta la fecha no se ha observado ningún accidente notable que ocurra en el contacto con las facies de limolitas, de ahí que se considere *conforme* y acorde con la continuidad de la sedimentación entre estas dos facies, como consecuencia de los ambientes respectivos de sedimentación.

La microfauna de estas facies fué discutida en una publicación anterior (Duque, 1968) en lo que se llamó *informalmente* Formación Tuchín, de la misma manera que se hizo énfasis en las pocas bases que se tenían para asignarle una edad de Paleoceno. Estas evidencias, junto con las anteriormente descritas, relacionan íntimamente estas *facies de Turbiditas* con las inmediatamente infrayacentes de *Limolitas*, tanto tectónica como paleoecológicamente, lo que ha permitido reunir las para caracterizar un período de tiempo, aquí llamado *Ciclo de Cansona* (fig.2).

CARBONATOS

Estos se encuentran representados también a todo lo largo del margen occidental de la Costa Norte, en los cuadrángulos F-8, E-8, D-8-9 y C-8-9. Se han llamado *facies de Carbonatos* debido al predominio de carbonato de calcio en los sedimentos. En la sección tipo y áreas adyacentes, estas facies constan de abajo hacia arriba de lutitas y conglomerados, areniscas conglomeráticas, calizas con macroforaminíferos, calizas con pelecípodos, lutitas y areniscas grises oscuras glauconíticas. La secuencia de conglomerados basales y areniscas conglomeráticas en intercalaciones, ocurre muy bien

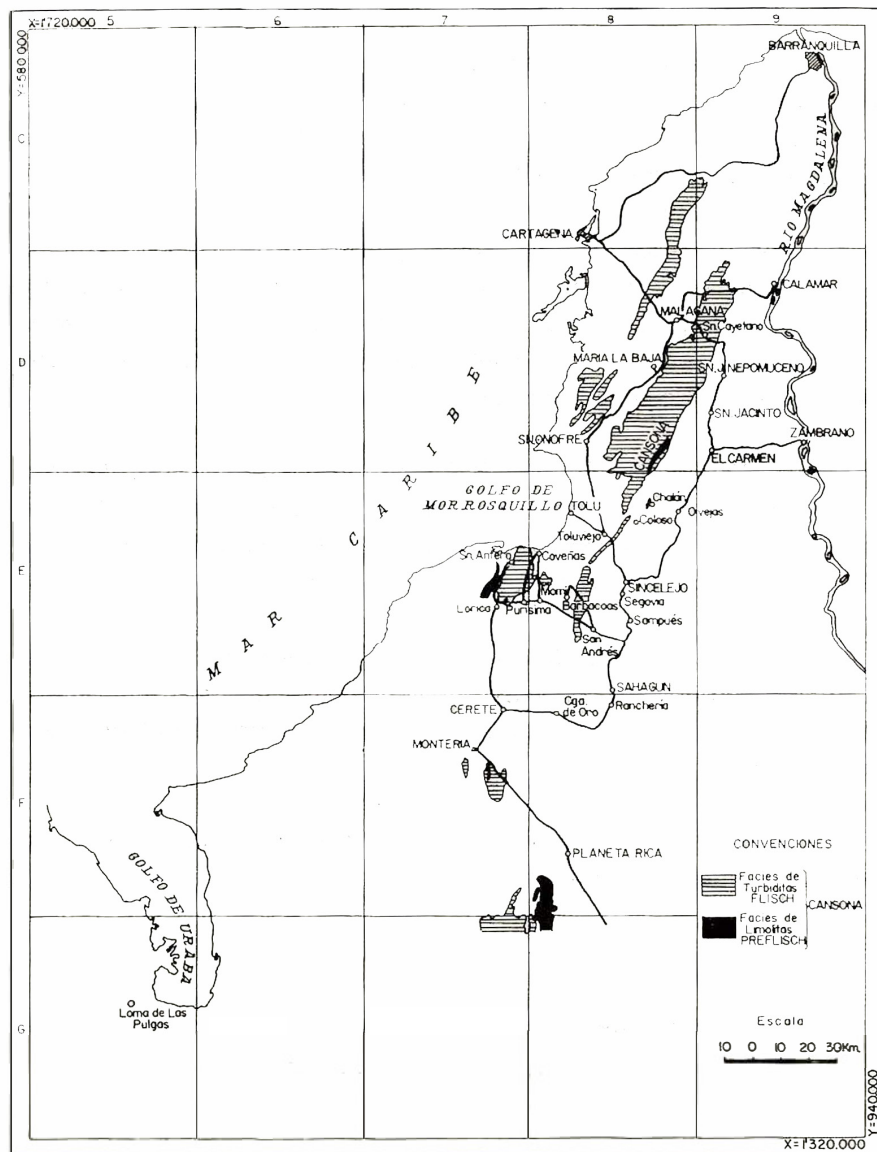


Fig 3. Distribución de las Islas Eugeosinclinales en la Costa Norte

expuesta en el Arroyo San Jacinto al Norte de la sección de Carmen-Zambrano (cuadrángulo D-9, fig.1).

Debajo de los conglomerados en la sección del Arroyo Alférez, en la localidad de San Carlos, ocurren unas lutitas oscuras con microfauna diagnóstica como *Globorotalia bolivariana* Petters, *Clavigerinella colombiana* (Petters) y *Acarinina mackannai* (White), las cuales permiten colocar la base de estas facies como Eoceno medio. Las areniscas y lutitas de la parte alta, contienen *Bulimina jacksonensis* Cushman, *Globigerina eocaenica* Bermúdez (no Terquem), *Globigerina ampliapertura* Bolli, *Globigerina yeguaensis* Weinzerl & Applin, entre otros. Esta microfauna pertenece al Eoceno superior.

La asociación de *Bulimina jacksonensis* - *Globigerina yeguaensis* (Duque, 1968) está dentro de la parte superior de estas facies, de la misma manera que la unidad estratigráfica *informal*, llamada Formación Sabaneta, corresponde a la parte inferior.

El ambiente de sedimentación, según las características litológicas observadas, la ocurrencia de pelecípodos y el predominio de la fauna bentónica, indica aguas someras con profundidades hasta de 200 metros.

El espesor calculado de las *facies de Carbonatos* en la sección - tipo fué de 850 metros.

RELACIONES ESTRATIGRAFICAS CON LAS FACIES INFERIORES YA DISCUTIDAS

Duque (1968) al discutir las asociaciones faunísticas del Eoceno, llamó la atención al carácter discordante que presentaban las rocas incluídas dentro del Eoceno con las inmediatamente inferiores.

En la actualidad esta discordancia ha podido ser confirmada litoestratigráficamente con exactitud: En el área de Toluvejo (Anticlinal de Toluvejo), las calizas de la parte media de las *facies de Carbonatos* hacen contacto con un nivel de lutitas grises oscuras con *Rzehakina epigona*. Faltarían aquí los conglomerados basales de las *facies de Carbonatos* y todas las *facies de Turbiditas*. En Chalán (E-8, Arroyo Columbita) los conglomerados basales de las *facies de Carbonatos*, hacen contacto con las *facies Limolitas*, las cuales en este lugar contienen fauna planctónica del Cretáceo superior (Coniaciano). Aquí faltarían las *facies de Turbiditas* y el intervalo más joven del Cretáceo superior: Santoniano, Campaniano, Maestrichtiano.

En el Arroyo Alférez, la sucesión aparece completa y el contacto con las *facies de Turbiditas* es aparentemente normal y sin ningún accidente físico visible. Sin embargo, si se comparan los ambientes de sedimentación entre estas dos facies, se puede observar que de profundidades mayores de 5.000 metros de las *facies de Turbiditas*, se pasa repentinamente a profundidades de 200 metros en las facies de *Carbonatos*. Este cambio brusco en los ambientes de sedimentación, junto con los accidentes estratigráficos anotados en las áreas adyacentes, no deja la menor duda en cuanto al carácter discordante de estas dos facies. Además, la ausencia de evidencias fósiles correspondiente al Paleoceno y Eoceno inferior, indica también la existencia de un *hiato* entre las *Turbiditas* de Cansona y los *Carbonatos* del Carmen, explicable si se tiene en cuenta que a finales del Cretáceo tuvieron lugar movimientos tectónicos de gran intensidad, reconocidos mundialmente.

SECCION DE CARMEN-ZAMBRANO

La bioestratigrafía de esta sección fué estudiada por Petters y Sarmiento (1956) y discutida posteriormente por Bürgl,

Porta, Eames *et al.*, y Stone. Casi ninguno de estos autores ha hecho mayor énfasis a la litoestratigrafía, ni han tenido en cuenta una de las bases fundamentales para discutir cualquier sección tipo, como es la de considerar primero si la secuencia establecida originalmente como tipo, presenta realmente una sucesión sedimentaria *normal* y *continua*. Quizás Porta (1962), es el único que llama la atención a alguno de los muchos problemas que esta sección tiene. Se ha dividido en tres facies de la misma manera que lo fué la sección del Arroyo Alférez.

ARCILLOLITAS

Se presentan en forma de lomas suaves que están muy bien expuestas en el Carmen de Bolívar y San Jacinto (D-9), donde descansan de manera conforme sobre las *facies de Carbonatos*. Están caracterizadas por arcillolitas grises azulosas, frecuentemente con señales de oxidación que les da una apariencia abigarrada, con mucho yeso y muy plásticas. Contienen abundantes foraminíferos especialmente planctónicos. Hacia la parte superior ocurre un aumento considerable en la fauna planctónica, la que se encuentra asociada a radiolarios.

El ambiente de estas arcillolitas corresponde a condiciones marinas en profundidades que oscilan en los 2.000 metros (fauna con *Melonis pompiloides*).

En la sección tipo tiene un espesor de 1.475 metros y su microfauna pertenece a las zonas de *Cibicides perlucidus* hasta la parte inferior de *Siphogenerina basispinata* de Petters y Sarmiento. Aunque el estudio detallado de la bioestratigrafía con base en la fauna planctónica está en preparación, las asociaciones planctónicas discutidas en Duque (1968), correspondientes a la llamada Formación Carmen, han sido reconocidas en estas arcillolitas. Aquí es importante anotar que en la parte inferior de estas facies se han podido reconocer asociaciones faunísticas muy ricas con *Globigerina angiporoides* Hornibrook, *Globigerina galavisi* Bermúdez, *Globigerina*

ampliapertura Bolli, *Globigerina anguliofficialis* Blow, *Globigerina prasaepis* Blow, *Cassigerinella chipolensis* (Cushman) entre otras especies, más antiguas que la Asociación de *Globorotalia opima opima* - *Globigerina oligocaenica* (Duque, 1968). También se han podido reconocer ejemplares típicos de *Globigerina ampliapertura*, *Globorotalia opima opima*, *Globigerina ciperoensis*, *Globorotalia kugleri*, *Globigerinita dissimilis* y *Globigerinita stainforthi*, que permitirán correlacionar la bioestratigrafía de estas facies con la de Trinidad y otras regiones del Caribe. Sin embargo algunas de las asociaciones con las cuales se encuentran estas especies riñen un poco con las propuestas por Blow (1969) en el intervalo cubierto por sus zonas P.18 a N.3 (P.22). Todos estos problemas se discutirán en el trabajo bioestratigráfico en preparación.

La edad indicada por la fauna planctónica va desde el Oligoceno hasta el Mioceno medio más antiguo.

TURBIDITAS

Estas facies se encuentran muy bien expuestas en las áreas del Carmen de Bolívar, San Jacinto y Guamo (D-9), descansan de manera conforme sobre las arcillas anteriores. Constan en general de una alternancia rítmica de lutitas y areniscas sucias, similares en algunas partes a las *facies de Turbiditas* del Arroyo Alférez. En su parte más alta, Hacienda Mandatú (Carretera Carmen-Zambrano) se pueden observar bloques de arcillolitas, incluidos dentro de las areniscas. Estas características y el hecho de encontrarse fauna retrabajada dentro de estas facies, permiten clasificarlas como depositadas por corrientes de turbidez.

La microfauna calcárea que está localizada en la base, cambia a predominantemente arenácea hacia el techo.

El ambiente reconocido, estaría comprendido en

profundidades hasta más de 4.000 metros donde se comienza a presentar el fenómeno de *Solución diferencial y descalcificación*. La bioestratigrafía fué estudiada por Petters y Sarmiento (1956) y está comprendida por las zonas de *Siphogenerina basispinata* (en parte) y *Sigmoilina tenuis*. Dentro de estas zonas se han podido reconocer especies planctónicas importantes como: *Orbulina suturalis* Bronnimann, *Globorotalia peripheroronda* Blow & Banner, *Globorotalia bermudezi* (Bolli), *Globorotalia peripheroacuta* Blow & Banner.

Esta microfauna permite reconocer únicamente con seguridad, hasta la zona de *Globorotalia fohsi barisanensis*.

El contacto superior de las turbiditas con los Carbonatos suprayacentes (Tubará), se ha considerado discordante, debido a que ineditamente encima de los sedimentos que contienen la Zona de *Sigmoilina tenuis*, con evidencias fosilíferas no más jóvenes que la parte inferior del Mioceno medio, ocurre una facies arcillosa con la Zona de *Bulimina carmenensis*, que como se discutirá más adelante no es más antigua que el Mioceno superior. Faltarían así en la sección tipo, las zonas superiores de *Globorotalia fohsi* y la zona de *Globorotalia mayeri*, ausencia que también será discutida más adelante.

El espesor de las *facies de Turbiditas* se ha calculado en 1.940 metros en la sección tipo.

CARBONATOS

Estas facies se encuentran presentes en la sección de Carmen-Zambrano (D-9), Huertas, Caracol y Cerrito (E-8), Carretera Montería a Puerto Rey (F-6) y especialmente en el margen costero cubierto por los cuadrángulos D-8, C-8 y C-9.

Consta principalmente de calizas y arenas calcáreas muy abundantes en moluscos, de lutitas con foraminíferos, arenas y conglomerados. Predominan los sedimentos calcáneos por lo cual se han clasificado como *Carbonatos*.

La fauna, especialmente los moluscos ha sido estudiada con alguna intensidad por diferentes autores: Anderson, Bürgl, Petters y Sarmiento, Porta, Werenfels, entre otros, y es de común ocurrencia dentro de las unidades litológicas que estos autores han llamado Cerrito, Tubará y Las Perdices principalmente.

En la sección tipo se encuentran arcillolitas y arenas en su parte inferior y calizas en su parte superior, con un espesor aproximado de 2.015 metros.

Corresponden a las zonas de *Bulimina carmenensis*, *Uvigerina subperegrina* y la Zónula de *Rotalia beccarii* de Petters y Sarmiento. En el muestreo y estudio detallado que se hizo en esta sección, ha sido posible reconocer dentro de la Zona de *Bulimina carmenensis* la ocurrencia de *Globorotalia menardii* s.l. (D'Orbigny) y *Globorotalia acostaensis* Blow. Esta asociación no es más antigua que la Zona de *Globorotalia menardii* de Trinidad y Zona de N.16 de Blow (1969). Las zonas de *Uvigerina subperegrina* y *Rotalia beccarii* son muy pobres en fauna planctónica en la sección de Carmen-Zambrano, lo que dificulta correlacionarlas con algunas de las zonas planctónicas clásicas.

Sin embargo, aunque estas facies se pueden reconocer muy fácilmente en toda la Costa Norte, existen muchos problemas relacionados con el origen, espesores, ambiente de depósito, asociaciones faunísticas y la edad de los sedimentos incluidos dentro de estas facies, especialmente en las áreas marginales. Ha sido posible apreciar espesores de más de 4.000 metros, en prácticamente arcillas puras, muy abundantes en fauna planctónica (foraminíferos y radiolarios), asociada a moluscos. Esta asociación riñe lógicamente con los factores ecológicos que controlan a estos dos grupos.

Mientras el predominio de la fauna planctónica indica ambientes de depósito profundos, los moluscos pertenecen a ambientes someros, donde obviamente no debe ocurrir la fauna planctónica en tal abundancia. Esto obliga a considerar que alguno de estos grupos no esté *in situ*. También las edades de los foraminíferos planctónicos relacionados a estos moluscos no son más antiguos que el Mioceno superior y suben hasta el Pleistoceno, mientras que las edades indicadas por los moluscos no son más jóvenes que el Mioceno medio. En opinión del autor estas áreas marginales de la Costa Norte fueron ambientes de depósito muy profundos, a pesar de contener moluscos, los que probablemente fueron transportados por derrumbes (slumping) desde áreas someras situadas en el interior.

RELACIONES ESTRATIGRAFICAS CON LAS UNIDADES MAS ANTIGUAS

Aunque en la sección tipo las relaciones estratigráficas visibles entre las facies de *Carbonatos* de Tubará y las *Turbiditas* del Carmen (fig.2) son aparentemente normales, se ha podido observar lo siguiente:

- a) Ocurrencias de fauna de las facies del Carmen redepositada en la parte inferior de las *facies de Carbonatos*, Zona de *Bulimina carmenensis*.

El redepósito (reworking) es un fenómeno muy común, especialmente notable en las zonas de *Sigmoilina tenuis* y *Bulimina carmenensis* tanto en la sección tipo de Carmen-Zambrano como en otras regiones situadas hacia el norte. Para citar un ejemplo, el cual puede ser confirmado en las microplacas originales de Petters y Sarmiento, *Globorotalia fohsi fohsi s.s.*, fué observada a través de casi toda la zona de *Bulimina carmenensis*: microplacas 13.186, 13.193, 13.174,

13.197, 13.234 y 13.242, donde Stone (1969) coloca el límite superior de la zona de *G. fohsi fohsi*. *Globorotalia fohsi fohsi* s. s., ocurre asociada con *Globorotalia acostaensis* Blow, *Globorotalia menardii* s.l. (D'Orbigny), *Globigerinoides ruber* s.s. (D'Orbigny), entre otros. Esta asociación no concuerda con las dispersiones verticales hasta ahora establecidas y reconocidas en el Caribe y la única explicación posible es el *redepósito* (cf. Duque, 1971).

- b) Falta absoluta de las zonas de *Globorotalia fohsi lobata*, *fohsi robusta* y *Globorotalia mayeri*, que debieran ocurrir inmediatamente encima de las zonas bioestratigráficas reconocidas en las facies de Turbiditas anteriormente discutidas. La ocurrencia de *Globorotalia fohsi fohsi* s.s., dentro de la Zona de *Bulimina carmenensis* asociada con fauna más joven, está indicando que estas zonas faltantes, sí se depositaron, por lo menos parcialmente, pero fueron erosionadas y redepositadas.
- c) Cambio brusco de los ambientes sedimentarios respectivos entre estas dos facies. Mientras en las *facies de Turbiditas* se encuentran formas de ambientes profundos (*Melonis pompiloides*), con evidencias de *solución diferencial* y predominio de la fauna arenácea; en las *facies de Carbonatos* ocurren faunas de aguas menos profundas y predominio de la fauna bentónica sobre la planctónica. En la sección tipo, los foraminíferos planctónicos se vuelven muy escasos en la Zona de *Uvigerina subperegrina* y están ausentes en la Zónula de *Rotalia beccarii* con moluscos cuya microfauna es característica de agua en ambientes marinos marginales y parálidos.

Todas las observaciones anotadas, favorecen la existencia de un *hiato* reconocido en la sección tipo, entre las *facies de Turbiditas del Carmen* y las *facies de Carbonatos* de Tubará. Este se produjo por un período de tectonismo intenso, con levantamiento y erosión durante el Mioceno inferior y medio (fig.2).

PERIODOS DE ESTABILIDAD E INESTABILIDAD

Si se comparan entre sí las diferentes facies establecidas (fig.2), se puede observar:

- a) Que la primera *facies de Carbonatos*, por su asociación de conglomerados, calizas arrecifales, areniscas de grano grueso y conglomeráticas, pelecípodos y microfauna principalmente bentónica, indica un ambiente de depósito relativamente tranquilo con movimientos epirogénicos oscilantes en profundidades hasta de 200 metros.
- b) Que las *facies de Arcillolitas y Limolitas* por su extensión geográfica y homogeneidad litológica, representa un ahondamiento de la cuenca y depósito de un ambiente tranquilo, afectado únicamente por movimientos epirogénicos de subsidencia. Esto se puede confirmar por el cambio progresivo de la fauna bentónica a predominio de la fauna planctónica calcárea, asociada a radiolarios.
- c) Que las *turbiditas* se produjeron dentro de un período de *inestabilidad* de la cuenca, como consecuencia de ajustes tectónicos y cambios en el talud (?), produciendo derrumbes (slumping) para crear las corrientes de turbidez y así un ambiente propicio para depositar estas turbiditas. Es muy característico de las *turbiditas*, presentar fauna resedimentada (reworking) lo que dificulta el estudio de la bioestratigrafía de este tipo de facies. La mayor parte de las perforaciones estudiadas del Neogeno marino del Norte de Colombia, presentan asociaciones autóctonas y alóctonas producidas entre otras causas por turbiditas.

CONCLUSIONES

- 1) Claramente se han podido reconocer dos períodos diferentes de sedimentación, a finales de los cuales se produjeron eventos tectónicos importantes.
- 2) Dentro de cada uno de estos períodos se ha reconocido una disposición cíclica, por la cual éstos se han clasificado como: *Ciclo de Cansona*, representado por *limolitas* y *turbiditas* (fig.2); y *Ciclo del Carmen*, representado por *carbonatos*, *arcillolitas* y *turbiditas*. El período correspondiente a los Carbonatos de Tubará, aunque no es posible demostrarlo pudiera corresponder al comienzo de un tercer ciclo.
- 3) Los diferentes eventos tectónicos ocurridos entre estos períodos, se han reconocido siempre *post-turbiditas*.
- 4) Los ciclos reconocidos se asimilan a ciclos tectónico-sedimentarios que pudieran compararse con los discutidos por Auboin (1965): El *Ciclo de Cansona* (Eugeosinclinal del Cretáceo superior) correspondería al período Geosinclinal (“Geosynclinal Period”), donde las limolitas por sus relaciones a rocas verdes (ofiolitas) corresponderían al *período pre-flisch* y las turbiditas al *período flisch*. El Ciclo del Carmen por sus características cronoestratigráficas y litológicas también se podría comparar con los *finales del período Geosinclinal* (“late Geosynclinal Period”).

Sin embargo, aunque el concepto de Geosinclinal se puede aplicar en sentido vertical esto ya no es posible en sentido horizontal, por presentarse las secuencias eugeosinclinal aisladas y controladas tectónicamente Este-Oeste y sin continuación estructural en el sentido del rumbo, aproximadamente Norte-

Sur (fig.3). Esto se ha podido reconocer en perforaciones de petróleo hechas al lado de estas secuencias. Stainforth (comunicación escrita) también observa dificultades semejantes en la aplicación de este concepto en áreas del llamado Geosinclinal de Bolívar el cual estaría relacionado con las áreas del presente trabajo.

- 5) Los ciclos expuestos, se pueden reconocer regionalmente a todo lo largo de la cuenca costera del Norte y además son muy prácticas como *unidades roca-tiempo* para datar la cronoestratigrafía local de una manera más precisa y sin estar sujetas a tanta controversia como lo está la nomenclatura clásica europea cuando se usa en correlaciones intercontinentales.
- 6) Se proponen como *unidades roca-tiempo*, los términos Cansona (Cansonian) para el primer ciclo, el cual correspondería a la época más antigua; *Carmen* (Carmenian), para el segundo ciclo, y Tubará para identificar la época más joven, dentro de la cual se halla actualmente la evolución geológica de los márgenes costeros de Colombia.

AGRADECIMIENTOS

El autor quiere agradecer muy sinceramente al Dr. R.M. Stainforth sus valiosos comentarios y críticas hechos al manuscrito de este trabajo.

A la Shell Cóndor por el suministro de mapas con localidades fosilíferas; a los geólogos del Instituto por su colaboración durante la realización de algunos de los trabajos en el campo, un agradecimiento muy especial.

BIBLIOGRAFIA

- American Commission of Stratigraphic Nomenclature (1961).- Code of Stratigraphic *Nomenclature*. *Amer. Assoc. Petrol. Geol.* Vol. 45, No.5.
- Anderson, F.M., 1929.- Marine Miocene and Related deposits of North Colombia. *Cal. Acad. Sci. Procc. Fourth Series*, Vol. XVIII, No. 4, pp. 73-213, Plts. 8-23, March, 1929.
- Aubouin, J., 1965.- Geosynclines. *Developments in Geotectonics I, Elsevier Publishing Company*, pp. 1-335, figs. 1-67, tpls. I-II. New York, 1965.
- Bandy, O. L., 1961.- Distribution of Foraminífera, Radiolaria and Diatoms in sediments of the Gulf of California. *Micropaleontology*, Vol. 7, No.1, pp. 1-26, Pls. 1-5, January, 1961.
- Bandy, O. L., & Arnal, R.E., 1960.- Concepts of Foraminiferal Paleocology. *Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull.* Vol. 44, No. 12. pp. 1.921-1.932, 14 figs., December, 1960.
- Blow, W., H., 1969.- Late Middle Eocene to Recent Planktonic Foraminiferal Biostratigraphy. *Procced. First. Inter. Conference Plank. Microfos.* Geneva 1967, Ed. Bronnimann & Renz, Vol. I, pp. 1-422, figs. 1-43. pls. 1-54, Leiden, 1969.
- Bolli, H.M., 1957.- Planktonic Foraminifera from Oligocene - Miocene Cipero and Lengua Formations of Trinidad B.W.I. *U.S. Nat. Mus. Bull.* 215, pp. 97-123, 5 figs., 8 lms., Washington, 1957.
- _____, 1966.- Zonation of Cretaceous to Pliocene marine sediments based on planktonic foraminifera. *Bol. Informativo Asoc. Venez. Geol. Min. Petrol.* Vol. 9, No. 1, January, 1966, pp. 3-32, tpls. 1-4.
- Bolli, H.M. & Bermúdez, P.J., 1965.- Zonation based on planktonic foraminifera

- of middle Miocene to Pliocene warm water sediments. *Bol. Informativo Asoc. Venez. Geol. Min. Petrol.*, Vol. 8, No. 5, May, 1965, pp. 121-149, pl. I, tpls. 1-2.
- Bürgl, H., 1961.- Historia Geológica de Colombia. *Rev. Acad. Sci. Fisic. Nat.* Vol. XI, No. 43, pp. 137-191, 41 figs. Bogotá.
- Duque, Caro, H., 1968.- Observaciones generales a la Bioestratigrafía y Geología Regional de los Departamentos de Bolívar y Córdoba. *Bol. de Geol. Univ. Indust. de Santander*, No. 24, pp. 71-87, fig. 1-3, Bucaramanga, Marzo, 1967.
- _____, 1971.- On planktonic Foraminiferal Zonation in the Tertiary of Colombia. *Micropaleontology*, Vol.17, No. 3, pp.365-368, July, 1971.
- Eames, F.E., Banner, F.T., Blow, W.H. & Clarke. W.J., 1962.- Fundamentals of Midtertiary Stratigraphical Correlations. *Cambridge University Press.* pp. 1-162, 17 pls., 20 figs., 1962.
- Petters, V. & Sarmiento, R., 1956.- Oligocene and Lower Miocene Bioestratigraphy of the Carmen-Zambrano Area, Colombia, *Micropaleontology*, Vol. 2, No. 1, pp. 7-35, 1 pl., 2 figs., 7 tpls. 1956.
- Pettijohn, F.J., 1967.- Sedimentary Rocks.- Harper & Brothers, 718 pp., 173 figs., 118 tpls., 40 pls., New York, 1967.
- Phleger, F.B., 1965.- Ecology and Distribution of Recent Foraminifera. *The John Hopkins Press*, 297 pp., pls. 1-11, figs. 1-83, Baltimore
- Porta, J.D., 1962.- Consideraciones sobre el estado actual de la Estratigrafía del Terciario en Colombia. *Bol. Geol. No.9*, pp. 5-43, 5 tpls. 1 figs., Universidad Industrial de Santander, 1962.
- _____, 1970.- On Planktonic Foraminiferal Zonation in the Tertiary of Colombia. *Micropaleontology*, Vol. 16, No. 2, pp. 216-220, Text fig. 1, April, 1970.

-
- Ruddiman, W.F. & Heezen, B.C., 1967.- Differential solution of Planktonic Foraminifera *Deep Sea Res.* Vol. 14, pp. 801-808, 12 figs., 1 tbl., 1967.
- Stone, B., 1968.- Planktonic Foraminiferal Zonation in the Carmen-Zambrano Area, Colombia. *Micropaleontology*, Vol. 14, No. 3, pp.363-364, text fig.1, July, 1968.
- Werenfels, A., 1926.- Una Sección Estratigráfica a través del Terciario de Tolú Colombia. *Eclog. Geol. Helvet.* Vol. 20, pp. 79-84- 1926, 2 figs.
- Zimmerle, W. 1968.- Serpentine Graywackes from the North Coast basin Colombia and their Geotectonic significance. *N. Jb. Miner. Abh.* 109, No. 1/2, pp. 156-182, Stuttgart, July, 1968, 6 figs., 2 tbls.

**RELACIONES ENTRE LA BIOESTRATIGRAFIA Y LA
CRONOESTRATIGRAFIA EN EL LLAMADO GEOSINCLINAL
DE BOLIVAR**

Por

Hermann Duque Caro
Geólogo

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES GEOLOGICO - MINERAS
BOGOTA D.E. 1972

CONTENIDO

	<u>Página</u>
RESUMEN - ABSTRACT	29 - 30
CONSIDERACIONES GENERALES	31
ASPECTOS GENERALES GEOTECTONICOS Y	
FAUNISTICOS	31
PROBLEMAS EN LA CONTINUIDAD DE LA	
SEDIMENTACION	34
CRONOESTRATIGRAFIA	35
CRETACEO SUPERIOR	35
PALEOCENO	37
COLOMBIA	38
ECUADOR	40
PERU	40
HIATO REGIONAL POST - CRETACEO	
SUPERIOR - PRE - EOCENO MEDIO	42
EOCENO MEDIO	43
OLIGOCENO	44
COLOMBIA	44
ECUADOR	46
PERU	46
MIOCENO INFERIOR.	47
MIOCENO MEDIO	47
COLOMBIA	48
ECUADOR	49
PERU	49
MIOCENO SUPERIOR	50
HIATO REGIONAL POST - MIOCENO MEDIO	
PRE - MIOCENO SUPERIOR.	53
RELACION CON EL DESARROLLO Y MIGRACION DE	
FAUNAS TERRESTRES	55
CONCLUSIONES	60
AGRADECIMIENTOS.	62

	<u>Página</u>
BIBLIOGRAFIA	63

ILUSTRACIONES

Mapa geológico generalizado de la franja Noroccidental de Suramérica	32 - 33
Fig.1 Cuadro de Facies Litológicas Ambientes y Microfauna, relacionados a movimientos tectónicos.	39
Fig.2 Cuadro de Correlación del Terciario Marino. entre	40 - 41
Fig.3 Semejanzas Faunísticas de Foraminíferos durante el Cretáceo superior y Cenozóico	58

RESUMEN

En este trabajo se comparan la Bioestratigrafía y la Cronoestratigrafía en el llamado “Geosinclinal de Bolívar”, desde el Cretáceo superior hasta el Mioceno superior y Plioceno-Pleistoceno? con base principalmente en los foraminíferos planctónicos y otros aspectos tales como eventos sedimentarios y tectónicos.

Se ilustran también algunas observaciones sobre fenómenos tectónicos y faunísticos reconocidos en el Cretáceo superior y en el Mioceno superior, las cuales están relacionadas probablemente con fenómenos geotectónicos.

De la misma manera, los dos *hiatos*: post-Cretáceo superior-pre-Eoceno y post-Mioceno medio-pre-Mioceno superior, anteriormente reconocidos en el Norte de Colombia, se han podido reconocer y extender hasta el Ecuador y el Perú, y a otras áreas cartografiadas y conocidas de esta franja occidental.

Las unidades tiempo-roca: Cansona, Carmen y Tubará (cf. Duque, 1972, en imprenta), se proponen aquí también como *Pisos*.

ABSTRACT

A regional correlation between the upper Cretaceous and the upper Miocene and younger, Biostratigraphy and Chronostratigraphy, has been attempted mainly based on planktonic foraminifera and other aspects such as sedimentary and tectonic events, within the so called "Bolivar Geosyncline". Upper Cretaceous and upper Miocene tectonic and faunistic phenomena, probably related to geotectonics are illustrated.

It has also been possible to recognize and to extend two stratigraphic breaks formerly proposed in northern Colombia, through all over this western belt.

As a result, the time-rock units: Cansona, Carmen and bará (Duque, 1972, in press) are proposed here as *Stages*.

CONSIDERACIONES GENERALES

La similitud observada entre los diferentes eventos sedimentarios de la franja costera noroccidental de Suramérica a partir del desierto de Sechura y Tumbes (Perú noroccidental), siguiendo hasta el norte (costas del Ecuador y Colombia sobre el Pacífico) hasta los cuadrángulos C-8 y C-9 (sobre el Caribe), al occidente de la Sierra Nevada de Santa Marta en el Norte de Colombia (Mapa 1), ha permitido comparar la bioestratigrafía y la cronoestratigrafía desde el Cretáceo superior hasta el Mioceno superior y capas más jóvenes con base principal en los foraminíferos planctónicos y así establecer una correlación regional.

De la misma manera, los dos hiatos: 1) post-Cretáceo superior - pre-Eoceno y 2) post-Mioceno medio - pre-Mioceno superior, reconocidos en el Norte de Colombia (Duque, 1972, en imprenta), se han podido reconocer y extender en las áreas hasta ahora cartografiadas y conocidas de esta franja occidental.

ASPECTOS GENERALES GEOTECTONICOS Y FAUNISTICOS

Esta franja occidental fué llamada Geosinclinal de Bolívar por Schuchert (1934) y posteriormente por Nygren (1950), para considerar la evolución tectónica de los sedimentos principalmente terciario marinos que ocurren a lo largo de esta franja, y sin incluir la costa noroccidental del Perú. Desde entonces este concepto ha sido muy controvertido, a medida que ha ido aumentando el conocimiento sobre los Andes occidentales y a que se han planteado nuevas teorías en Geotectónica como la *Tectónica de placas y sus relaciones con la Deriva de los Continentes*.

Originalmente se postulaba:

- a) La existencia de una masa continental en el occidente que bordeaba el Geosinclinal de Bolívar.
- b) Un solo ciclo de sedimentación, desde el Eoceno medio hasta el Mioceno medio.
- c) El Cretáceo se consideraba continental.

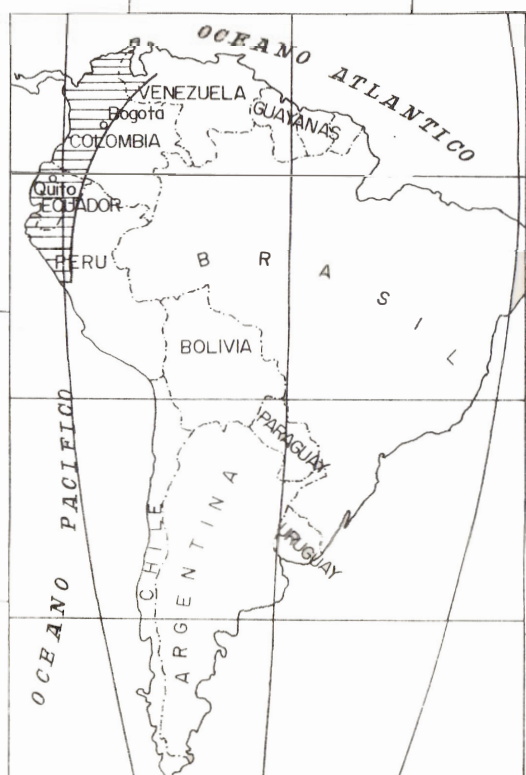
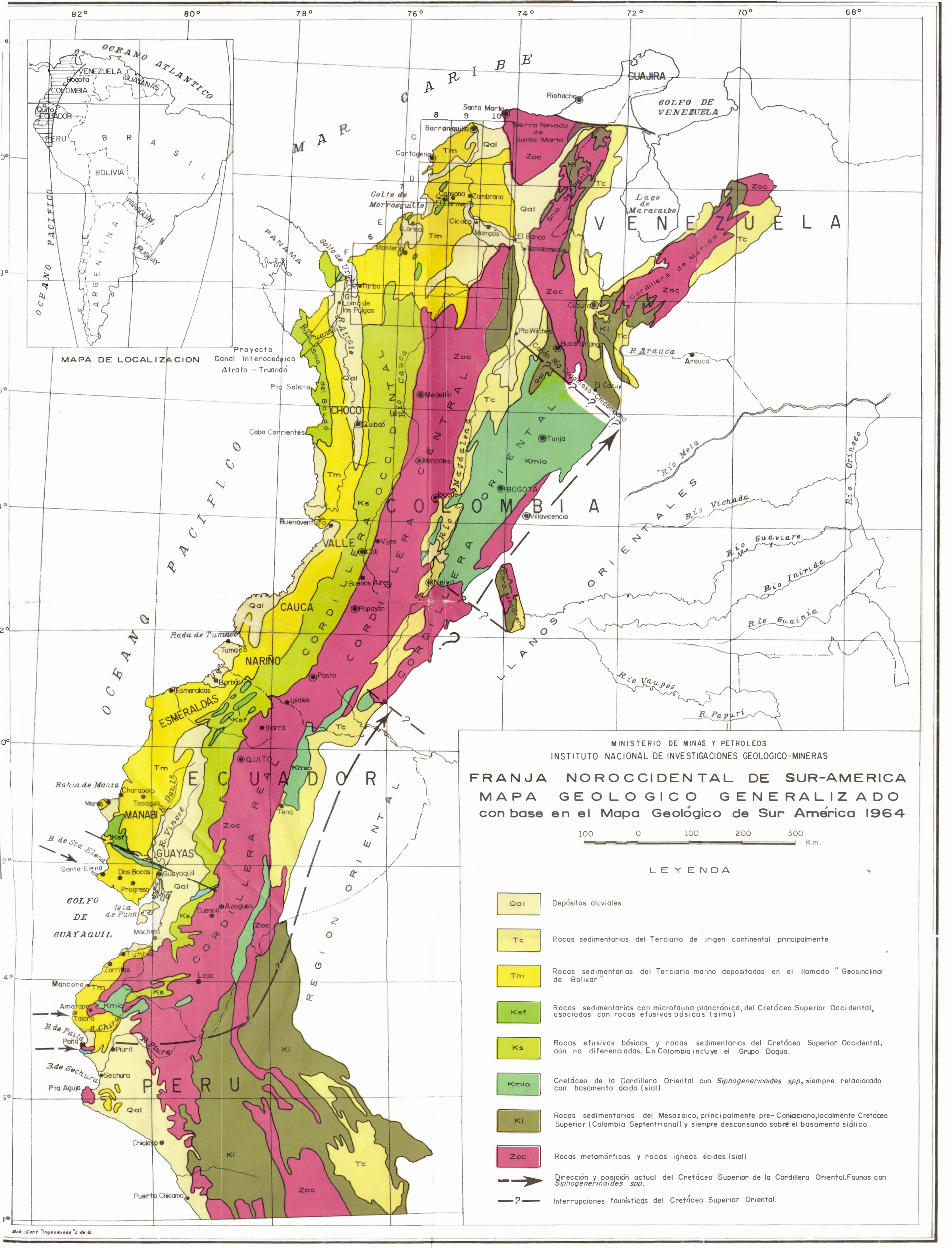
Con la información que se posee actualmente, ninguno de estos tres puntos fundamentales se ha podido confirmar; antes por el contrario, se han reconocido hechos que se oponen a estos planteamientos:

- a) Hasta la fecha no se ha podido probar la existencia de una masa continental en el occidente que bordee el pasaje estrecho marino (narrow seaway) definido originalmente como Geosinclinal; todo parece ser de origen oceánico. Además el carácter de las faunas planctónicas de foraminíferos y radiolarios y sus relaciones con rocas verdes, reconocido a lo largo de esta franja, está indicando condiciones marinas muy profundas (Bandy, 1968, Duque, 1972, en imprenta) que requieren una comunicación muy bien definida con el océano abierto y no aquellas condiciones restringidas y no favorables que se presentarían en el caso de un pasaje estrecho marino, bordeado por una masa continental en el occidente.
- b) Por lo menos se han reconocido dos ciclos sedimentarios. En el norte de Colombia, Duque (1972, en imprenta) pudo reconocer con seguridad dos y los comienzos de un posible tercero. Bandy (1968) reconoció en el Chocó, dos ciclos paleobatimétricos que corresponden más o menos con los reconocidos en el norte.

- c) El Cretáceo superior es marino y localmente está relacionado con rocas verdes (ofiolitas) lo que ha hecho que algunos autores clasifiquen esta franja como eugeosinclinal (cf. Bürgl, 1961, Bürgl et. al., 1961, entre otros).
- d) Además, aunque la secuencia geosinclinal se puede reconocer localmente, esto ya no es posible en sentido horizontal, si se sigue el rumbo estructural originalmente propuesto, más o menos norte-sur, por aparecer estas secuencias en forma de islas a todo lo largo de la franja en consideración, v.gr. áreas de Cansona, Montería, Lórica y Cerro de las Pulgas en el norte (cf. Duque, 1972, en imprenta). Bandy (1968) y Stainforth (comunicación escrita) también observan problemas semejantes en la costa del Pacífico.

Estos hechos parecen confirmar en parte lo expuesto por Lloyd (1961), quien postula la existencia de un *archipiélago* de origen oceánico (sima) durante el Cretáceo, al sur del llamado "Panamá spur" para explicar la evolución paleogeográfica del sur de Centroamérica y su conexión posterior con Suramérica. Los "islotos" observados en Cansona, Lórica, Montería y el Cerro de Las Pulgas podrían ser así, remanentes de otros archipiélagos volcánicos de la misma manera que los observados en la costa del Pacífico dentro de la franja costera en consideración (estudios gravimétricos).

Todas estas observaciones de importancia paleogeográfica, posiblemente están relacionadas con fenómenos geotectónicos dentro de los cuales la *tectónica de placas* jugaría un papel primordial en la historia tectónica del llamado Geosinclinal de Bolívar.



Proyecto Canal Interocéánico Atrato - Truandó

MINISTERIO DE MINAS Y PETROLEOS
 INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES GEOLOGICO-MINERAS
FRANJA NOROCCIDENTAL DE SUR-AMERICA
MAPA GEOLOGICO GENERALIZADO
 con base en el Mapa Geológico de Sur América 1964



LEYENDA

- Qal Depósitos aluviales
- Tc Rocas sedimentarias del Terciario de origen continental principalmente
- Tm Rocas sedimentarias del Terciario marino depositadas en el llamado "Geosinclinal de Bolívar"
- Ksf Rocas sedimentarias con microfauna planctónica, del Cretáceo Superior Occidental, asociadas con rocas efusivas básicas (sima)
- Ks Rocas efusivas básicas y rocas sedimentarias del Cretáceo Superior Occidental, aún no diferenciadas. En Colombia incluye el Grupo Dagua.
- Kmio Cretáceo de la Cordillera Oriental con *Siphogenerinoides spp*, siempre relacionado con basamento ácido (sial)
- Ki Rocas sedimentarias del Mesozoico, principalmente pre-Coniaciano, localmente Cretáceo Superior (Colombia Septentrional) y siempre descansando sobre el basamento síalico.
- Zoc Rocas metamórficas y rocas ígneas ácidas (sial)
- Dirección y posición actual del Cretáceo Superior de la Cordillera Oriental. Faunas con *Siphogenerinoides spp*.
- Interrupciones faunísticas del Cretáceo Superior Oriental.

PROBLEMAS EN LA CONTINUIDAD DE LA SEDIMENTACION

En un sentido general, se han reconocido evidencias a lo largo de esta franja occidental, que muestran una sedimentación marina normal y continua entre el Eoceno y el Mioceno medio. Sin embargo se han observado hiatos de importancia hasta ahora local:

- a) Bandy (1968) no reconoció el Eoceno superior en algunas áreas del Chocó (cf. Proyecto del Canal Interoceánico Atrato-Truandó).
- b) En los cuadrángulos F-6-7-8 y C-8-9 (Colombia) tampoco se han reconocido el Eoceno superior, ni el Oligoceno y ni el Mioceno inferior (en parte).
- c) En el Ecuador, Sigal (1969) reconoce algunos hiatos locales, pero en otras áreas supone la continuidad entre el Eoceno medio y el Mioceno inferior.
- d) En el Perú, con la información disponible actualmente, estarían ausentes en algunas partes el Oligoceno y parte del Mioceno inferior. Stainforth (comunicación escrita) explica estos hiatos locales como ocurridos en o cerca de los flancos de cada cuenca, donde hubo hiatos erosionales, interrupciones en la sedimentación y cambios repentinos de facies. Ilustra también diciendo, que en el Ecuador (Cuencas de Progreso y Esmeraldas) se vieron tales fenómenos al nivel del contacto Oligoceno/Mioceno y también en el noroeste del Perú, aunque no tan claramente.

CRONOESTRATIGRAFIA

CRETACEO SUPERIOR

Las rocas sedimentarias más antiguas, hasta ahora encontradas en el llamado "Geosinclinal de Bolívar" han sido de edad Aptiano en el Perú noroccidental y las más jóvenes, de edad Maestrichtiano.

En Colombia, en la costa norte (Duque, 1968, 1972, en imprenta) la edad de las rocas va desde el Coniaciano (amonitas y foraminíferos planctónicos) hasta Campaniano-Maestrichtiano (foraminíferos planctónicos y radiolarios). Estas rocas sedimentarias son casi siempre limolitas y "cherts" presentándose asociadas con rocas verdes (ofiolitas). En el Chocó las faunas son planctónicas (foraminíferos y radiolarios) con una edad de Campaniano-Maestrichtiano (Bandy, 1968) y también se encuentran relacionadas con rocas verdes.

Es interesante anotar que en Colombia, siempre que se han mencionado rocas verdes (ofiolitas) en el Cretáceo superior, las faunas relacionadas siempre han sido eminentemente planctónicas (foraminíferas y radiolarios).

En el Ecuador ocurre una situación similar en la Formación Callo (cf. Thalman, 1946, Sigal, 1969).

En el Perú por el contrario, el Cretáceo superior de la costa, regiones de Amotape y Paita, no se encuentra relacionado con rocas verdes (sima), sino con rocas de origen continental (sial). La fauna está caracterizada principalmente por *Siphogenerinoides* spp. (Olsson, 1934, Frizzell, 1943), sin ninguna relación con las faunas del Cretáceo superior reconocidas en el llamado Geosinclinal de Bolívar

y si muy afines con las regiones orientales de la Cordillera Real en el Ecuador y Cordillera Oriental de Colombia (Mapa 1).

Es importante llamar la atención a este fenómeno ya que puede ser una de las claves en la historia tectónica de los Andes occidentales.

En el Ecuador ya otros autores se han referido a las diferencias faunísticas entre las regiones occidental y oriental: Gerth (cf. *Léxico Estratigráfico del Ecuador*, 1956, p.40) subraya que el Cretáceo del Ecuador difiere notablemente del Cretáceo nerítico del norte del Perú y se parece más a las formaciones correspondientes de la Cordillera Occidental de Colombia. Thalman (1944, p.206), respecto a las asociaciones microfauísticas maestrichtienses del Ecuador, dice que el conjunto Occidente (Guayaquil) + Cordillera Occidental (San Juan) es notablemente distinto de aquel del oriente (Tena). Sugiere la presencia al final del Cretáceo, de una cordillera ya emergida coincidiendo más o menos con la actual Cordillera Real. También indica que el conjunto de foraminíferos turonienses y senonienses del Napo, pertenecen al tipo mediterráneo alpino norte africano y muy diferente del conjunto “sincrónico” en el Ecuador occidental. Sigal (1969, p.208) al referirse a las faunas del Cretáceo superior costero dice: “Il est digne d’être noté que les especes benthoniques qui composent cette association manifestent une affinité plus grande avec les faunes décrites dans les formations Méndez ou Velasco d’Amérique Centrale qu’avec celles du Nord du Perou pourtant plus proche”.

En Colombia, esta misma diferenciación es más marcada y se presenta entre las regiones occidental y oriental, las cuales están separadas por la Cordillera Central. Es interesante anotar que las direcciones de las faunas orientales presentan interrupciones muy particulares en diferentes regiones siguiendo el rumbo tectónico aproximado de las rocas del Cretáceo superior en la región oriental, las cuales aún no pueden ser explicadas debido a la poca información estratigráfica y bioestratigráfica existente. Sin embargo la más

septentrional, aproximadamente a la altura de Puerto Wilches (Mapa 1), coincide con la última ocurrencia de las *faunas peruvianas* del Cretáceo superior (cf. Petters, 1955). Esta interrupción parece estar controlada geotectónicamente: Choca contra la expresión geomorfológica del Cañón del Río Sogamoso-Chicamocha (dirección aproximada N45°W) y con el cambio de dirección de la Cordillera Oriental hacia el norte y su aparente bifurcación hacia la Cordillera de Mérida en Venezuela.

PALEOCENO

Desde que el término Paleoceno fué introducido en Europa por Shimper (1874) para incluir las *Arenas de Bracheux* y los Lignitos de Soissons en la Cuenca de París, su uso ha sido muy discutido, principalmente debido a la falta de evidencias fosilíferas marinas en su localidad tipo. Pisos provenientes de diferentes localidades han sido introducidos con el fin de correlacionar la Cuenca de París con otras áreas en Europa. v.gr.: Daniano, Montiano, Tanetiano, Esparnaciano, entre otros. Estos hechos como el lógico suponer han traído consigo mucha controversia en relación con los estratotipos y la posición dentro del tiempo de éstos. En la actualidad el problema no ha sido resuelto, pero autores como Hay (1969) han sugerido una serie de principios básicos para tratar de darle soluciones positivas: En primer término ninguna de las secciones hasta ahora propuestas es particularmente favorable para ser usada como patrón internacional. Por lo tanto se debe escoger otra sección diferente, la cual debe ser *marina, continua* y contener fósiles pelágicos que son restos de organismos que han demostrado ser los mejores para correlaciones intercontinentales. Por otra parte los límites deben ser basados en la primera ocurrencia de alguna especie fácil de distinguir y con una distribución geográfica muy amplia. En esta forma la ambigüedad en la aplicación del término Paleoceno de la misma manera que los problemas similares de otras

épocas clásicas, se reducirán enormemente.

Si se estudia seriamente lo que se ha llamado Paleoceno en el Geosinclinal de Bolívar, se verá que las evidencias hasta ahora encontradas y consideradas no son lo suficientemente fuertes para sustentar la presencia de rocas de esta edad, por lo menos en el sentido clásico y tradicional.

COLOMBIA

El concepto de Paleoceno marino en Colombia se debe principalmente a la ocurrencia de *Rzehakina epigona* (RZEHAK) en algunas formaciones como Luruaco (= facies de turbiditas, Duque 1972, en imprenta) en el Norte y como el Grupo de Chita de Grosse (Bürgl, 1961), en el Departamento de Nariño al suroccidente de Colombia.

Este fósil y sus asociaciones en la Costa Norte, no son suficientes para confirmar la presencia del Paleoceno marino en las rocas que los contienen. Las características paleoecológicas y tectónicas relacionadas a estas rocas, sugieren más un Cretáceo superior depositado en condiciones de mar abierto y aguas profundas, diferente al de las rocas suprayacentes más inmediatas, depositadas en un ambiente marino de moderada profundidad (fig.1), con evidencias planctónicas y bentónicas que indican una edad de Eoceno medio. Este fenómeno sugiere la existencia de un *hiato* que podría corresponder al Paleoceno o por lo menos a parte de éste.

Bandy (1968) asigna al Paleoceno superior faunas colectadas en el área Atrato-Truandó, en el departamento del Chocó: v.gr.: *Globorotalia mackannai*, *Globorotalia aequa*, *Globorotalia acuta*. El autor ha reconocido en el Norte de

Fig.1- CUADRO DE FACIES LITOLÓGICAS AMBIENTES Y MICROFAUNA RELACIONADOS A MOVIMIENTOS TECTÓNICOS

Secciones Tipo	Epocas	Facies	Variación en CaCO ₃	Períodos de estabilidad e inestabilidad	Ambientes y fauna	ZONACION		Edades
						Peters y Sarmento 1956	"Zonas de conjunto"	
Sección Car. m. - Zambono	Tubará	CARBONATOS Predominio de sedimentos ricos en CaCO ₃ , calizos, areniscos y lutitas. Espesor: 2015 m	Abundante	Estabilidad	Aguas someras Fauna calcárea Foraminíferos Pelecípodos	<i>Rotalia beccarii</i>	Muy pocos planctónicos (en estudio)	MIOCENO SUPERIOR y más alto
		<i>Uvigerina subperigrina</i>				<i>Glaborotalia costataensis</i> <i>Glaborotalia menardi</i>		
		<i>Bulimina carmenensis</i>						
Sección Car. m. - Zambono	Ciclo del Carmen	TURBIDITAS Estratificación rítmica con alternancias de areniscos sucios y lutitas. Planos de estratificación marcados y evidencias de "slumping" hacia el topé. Espesor: 1940 m	disminución	Inestabilidad	Aguas profundas Descalcificación de la fauna. Predominio fauna arenácea sobre la calcárea. Fauna retnabajada	<i>Sigmilloina tenuis</i>	<i>Glaborotalia peripheroacuta</i>	MIOCENO INFERIOR Y MEDIO (en parte)
		<i>Siphogenerina basispinata</i>				<i>Glaborotalia phenipharanda</i>		
						<i>Globoquadrina</i> <i>Glaberinoides</i>		
Sección A. r. - San Carlos	Ciclo de Cabana	ARCILLOLITAS Arcillolitas grises con frecuencia amarillentas por oxidación, plásticas, asociadas con yeso. Espesor: 1475 m	Abundante	Estabilidad	Profundidades de 2000 m En la parte alta radiolarias y predominio de la fauna planctónica.	<i>Glaberinina dissimilis</i>	<i>Glaberinina angustisuturalis</i> <i>Glaberinina oligocenaensis</i> <i>Glaborotalia opima opima</i>	OLIGOCENO A SUPERIOR
		<i>Cibicides pericidus</i>						
						<i>Bulimina jacksonensis</i> <i>Gaberinina yeguensis</i>		
Sección A. r. - San Carlos	Ciclo de Cabana	CARBONATOS Lutitas grises glauconíticas, calizas macizas arenáceas, conglomeradas en la base. Espesor: 650 m	disminución	Inestabilidad	Aguas profundas Mayores de 5000 m Descalcificación de la fauna Radiolarias y fauna arenácea exclusivamente		<i>Glaborotalia belveriana</i> <i>Acanthina mcgowni</i>	CRETACEO SUPERIOR y PALEOCENO SUPERIOR
						Radiolarias <i>Spiraplectamina</i>		
						<i>Spiraplectamina Rzehakina epigona</i>		
Sección A. r. - San Carlos	Ciclo de Cabana	LIMOLITAS Limolitas crema-najizas frecuentemente con intercalaciones de rocas verdes (afaníticas). Localmente concreciones y lentejones calcáreos hacia la base. Espesor: 700 m	Abundante	Estabilidad	Aguas profundas Fauna planctónica y radiolarias. Se han encontrado amonitas debajo de estas facies.		<i>Glaborotalia truncana</i> <i>Heterahelix</i>	CRETACEO SUPERIOR

Colombia (porción inferior de las facies de Carbonatos (fig.1) *Globorotalias* muy similares y probablemente relacionadas con las mencionadas por Bandy. Sin embargo, aunque la taxonomía y dispersión estratigráfica de las especies planctónicas del Paleoceno Eoceno necesita ser revisada en detalle, las formas de Colombia son diferentes *sensu stricto* de *Globorotalia acuta* (Toulmin) y *Globorotalia aequa* Cushman & Renz. Además estas formas colombianas no son suficientes para asignar una edad de Paleoceno, máxime cuando hasta la fecha no se han encontrado especies diagnósticas como *Globorotalia pseudomenardii* y *Globorotalia velascoensis* formas características del Paleoceno superior (*sensu* Bolli, 1957).

ECUADOR

El llamado Paleoceno en el Ecuador presenta una situación muy similar a la de Colombia. Hasta la fecha no se han encontrado evidencias seguras para sustentar esta edad. *Rzehakina epigona* se encuentra asociada a microfauna del Cretáceo superior, y se sugiere una edad de Paleoceno cuando este fósil se encuentra con microfauna arenácea encima de capas con faunas diagnósticas del Cretáceo superior (Sigal, 1969). Tal es el caso del Grupo Azúcar (provincia de Guayas), en la Península de Santa Elena donde se ha encontrado una microfauna muy pobre, compuesta principalmente por *Rzehakina epigona* y arenáceos no diagnósticos. Aunque Sigal sugiere la posibilidad de un Paleoceno para este grupo, admite que según la bibliografía conocida, el Paleoceno-Eoceno inferior estarán ausentes en el Ecuador costero (fig.2).

PERU

El Grupo Mal Paso con sus formaciones Ancha, Mesa, Petacas y Balcones fué datado originalmente como Cretáceo superior por Frizzell (1943). Stainforth (1955) está de acuerdo con esta edad,

pero coloca como Daniano (Paleoceno) las lutitas de Balcones con base en la ocurrencia de *Rzehakina epigona*.

Las sucesiones faunísticas en este grupo son muy similares a las del Ecuador costero y Colombia: microfauna del Cretáceo superior seguida por microfauna arenácea con *Rzehakina epigona*. Estas evidencias no son bases suficientes para probar la existencia del Paleoceno o el Daniano, como ya ha sido considerado anteriormente. Las Formaciones Salinas, Negritos y Greda Pálida fueron datadas originalmente como Eoceno (Olsson, 1928), con base exclusivamente en los moluscos. Posteriormente Travis (1953) sugiere una edad de Paleoceno para las unidades anteriores y la Formación Balcones. Weiss (1955) confirma tal posibilidad al estudiar los foraminíferos de la Formación Greda Pálida, y hace énfasis en que las Formaciones Salinas, Negritos y Greda Pálida contienen *Globorotalia crassata var. aequa* y *Globorotalia wilcoxensis*, diagnósticos de la Costa del Golfo, Trinidad y Cuba. Stainforth (1955) está plenamente de acuerdo con las conclusiones alcanzadas por Weiss. Hasta hace algunos años, las evidencias principalmente planctónicas, eran más tradicionales que fruto de la comparación con los estratotipos del Paleoceno de Europa. La cronoestratigrafía basada en los fósiles planctónicos ha tenido un gran impulso en los últimos años y son muchos los problemas estratigráficos resueltos (Bolli, 1957, 1966, Berggren, 1968, Hay, 1969, etc.). Sin embargo la situación del Paleogeno inferior (Paleoceno-Eoceno) en los estratotipos, aún es materia de discusión en Europa (cf. Colloque sur l'Eocene, 1969).

El autor tuvo la oportunidad de examinar el material original de Weiss (1955), depositado en el Museo de Historia Natural de Nueva York y encontró que *Globigerina triloculinoides* y *Globorotalia crassata var. aequa*, no corresponde *sensu stricto* con las especies originales de Plummer y Cushman & Renz respectivamente, además de ser formas mucho más pequeñas que los tipos originales.

HIATO REGIONAL POST-CRETACEO SUPERIOR - PRE-EOCENO MEDIO

Las evidencias conocidas hasta ahora y las consideraciones hechas a la similitud entre las sucesiones faunísticas de Colombia, Ecuador y Perú, sugieren la existencia de un hiato de carácter regional en el Geosinclinal de Bolívar post-Cretáceo superior pre-Eoceno medio.

Es interesante anotar que en otras regiones de Colombia como la oriental, el límite entre el Cretáceo superior y lo que se ha llamado Paleoceno (determinaciones palinológicas) es normal y nunca se ha observado ninguna evidencia que indique alguna interrupción en la sedimentación. Las evidencias más inmediatas de accidentes estratigráficos de carácter regional, siempre se han observado en la parte inferior de las rocas que se han datado como Eoceno. Estos fenómenos coinciden muy bien con lo planteado para la franja occidental en discusión.

En recientes investigaciones sobre edades radiométricas efectuadas en la Sierra Nevada de Santa Marta y en la Cordillera Central, se han obtenido datos que indican un magmatismo regional muy importante de 46 millones de años de edad aproximadamente. Este dato confirma aún más el hiato regional planteado.

Dos hechos muy importantes se han reconocido también en la microfauna del Paleogeno inferior del Geosinclinal de Bolívar:

1. La casi total ausencia de formas planctónicas quilladas; *Globorotalia aragonensis* ha sido hasta ahora la única reconocida en Colombia (Región del Chocó). En relación con este problema, en el capítulo correspondiente al Mioceno medio se hacen observaciones a la ocurrencia y ausencia de formas quilladas (formas avanzadas de *foshi*) las que

probablemente se pudieran aplicar al Paleoceno.

2. La gran similitud de las microfaunas con las del Eoceno de Egipto "upper Esna shale" y con las del Eoceno del Norte del Cáucaso, Río Kuban en la Unión Soviética, (Zona de Acarinínidos de Subbotina).

Todos estos hechos *sensu lato*, sugieren más un Eoceno que un Paleoceno. Ahora bien, si se acepta que el límite entre el Paleoceno y el Eoceno sea puesto en la base de la Zona de *Globorotalia velascoensis*, o el límite entre el Esparnaciano y el Tanetiano, como fué propuesto en el Coloquio sobre el Eoceno (París, 1968), no quedaría ninguna duda de la falta total de evidencias fósiles positivas para usar el término Paleoceno en el Geosinclinal de Bolívar ya que las faunas planctónicas en discusión (Weiss, 1955, Bandy, 1968) no serían más antiguas que la parte superior de la Zona de *Globorotalia velascoensis*.

EOCENO MEDIO

En cuanto a datación se refiere no existen dificultades, en las rocas del Eoceno en el llamado Geosinclinal de Bolívar. La mayor parte de los autores están de acuerdo en la edad de los diferentes fósiles encontrados. El problema entre **las** unidades asignadas al Eoceno, es de orden litológico, extensión geográfica y correlación.

Los foraminíferos planctónicos, macroforaminíferos, pelecípodos y gasterópodos, van desde el Eoceno medio (Eoceno Inferior?) hasta el Eoceno superior.

OLIGOCENO

La existencia del Oligoceno en el Caribe fué puesta en duda por Eames *et al.* en 1962, lo cual trajo consigo una gran controversia entre los diferentes autores. En la actualidad esta situación se ha clarificado bastante y en general se está de acuerdo en que el Oligoceno si está representado en el Caribe. El límite Oligoceno-Mioceno se ha definido con la primera aparición del género *Globigerinoides* (*Globigerinoides datum*, Aquitaniano) dentro de la Zona de *Globorotalia kugleri* de Trinidad, Zona N.4 de Blow (1969). Este límite ha sido escogido por el Comité del Neogeno como un isocrón muy fácil de reconocer para correlaciones interregionales, de la base del lectoestratotipo del Aquitaniano y de esta manera la base del Mioceno y del Neogeno.

COLOMBIA

El término fué introducido por primera vez en el Norte de Colombia por Werenfels (1926), para datar las lutitas de Pacini en la region de Toluviejo (cf. Duque, 1968). Werenfels, asignó *tentativamente* al Oligoceno las Lutitas de Pacini, principalmente, por su posición estratigráfica entre las Series de Toluviejo, con macroforaminíferos del Eoceno superior y la Formación Cerrito con gasterópodos y pelecípodos de edad Mioceno.

Los autores posteriores, con base en las suposiciones de Werenfels, continuaron asignando esta^s lutitas y su^s equivalentes de otras áreas al Oligoceno. Esto trajo como consecuencia, que la microfauna fuera considerada “lógicamente Oligoceno”.

Hasta hace algunos años, era muy común aplicar la cronoestratigrafía clásica europea a capas sin evidencias fósiles, únicamente con base en la *Ley de la Superposición* de Steno, *litología, espesores*, etc., confundiendo así los conceptos específicos de *unidad tiempo* con los de la *unidad roca*. De aquí que no sea extraño encontrar en nuestra cronoestratigrafía local, la secuencia de las épocas y pisos clásicos europeos siempre completa, además, los límites de tiempo siempre coinciden con los cambios y límites litológicos.

Petters y Sarmiento (1956) asignaron al Oligoceno inferior la Zona de *Cibicides perlucidus*, al Oligoceno medio la Zona de *Globigerina dissimilis* y al Oligoceno superior las Zonas de *Siphogenerina basispinata* a *Sigmoilina tenuis*. Estas zonas ocurren en la sección tipo de Carmen-Zambrano dentro de las facies llamadas de Arcillolitas y de Turbiditas del Ciclo del Carmen, (Duque, 1972, en imprenta). Estas zonas también están comprendidas entre las facies de Carbonatos con macroforaminíferos y moluscos del Eoceno superior y las facies de Carbonatos con moluscos datados como Mioceno inferior por Anderson (1929).

De acuerdo a las últimas zonaciones propuestas (Bolli, 1966, Blow, 1969), el Oligoceno en la Costa Norte estaría restringido a la Zona de *Cibicides perlucidus* parte inferior de las facies de Arcillolitas del Ciclo del Carmen. Las zonas de *Globigerina dissimilis* a *Sigmoilina tenuis* anteriormente datadas como Oligoceno medio a superior se consideran ahora como Mioceno inferior. (Porta, 1962, Stone, 1968, Duque, 1972, en imprenta).

La parte inferior del Grupo Truandó en el área del Chocó (Bandy, 1968) ha sido datada como oligoceno con base en la ocurrencia de *Globorotalia opima opima* y *Globorotalia postcretácea* entre otros fósiles (fig.2).

ECUADOR

Eames *et al.* (1962) colocan en el Mioceno inferior las faunas que anteriormente se databan como Oligoceno, posteriormente (1968) confirman la presencia del Oligoceno con base en macroforaminíferos y foraminíferos planctónicos. Sigal (1969) con base parcial en trabajos anteriores v.gr.: Stainforth (1948), Cushman y Stainforth (1951), Hofker (1956), Small y Polugar (1962) reconoció las zonas planctónicas de *ampliapertura*, *opima opima* y *ciperoensis* que actualmente se colocan dentro del Oligoceno, en las Formaciones Barbasco, Tosagua y Playa Rica (fig.2). Sin embargo, la continuidad de la sedimentación durante el Oligoceno aún está en discusión como se puede inferir de las observaciones de Sigal: a) Au-dessus des formations de l'Eocene ou de l'Oligocene, ou bien après la lacune de sedimentation (laquelle correspondre en partie á ce dernier systeme)''... etc. b) También las zonas planctónicas del Oligoceno reconocidas provienen de diferentes localidades y afloramientos^x aislados. La Formación Tosagua en la provincia de Manabí, en el sur de Manta, parece ser la mejor unidad litoestratigráfica donde se puede localizar el límite Oligoceno-Mioceno. Sin embargo, Sigal no pudo discriminar la Zona de *Globigerina ciperoensis* de la Zona de *Globorotalia kugleri*, de ahí que coloque la base del Mioceno en las Zonas de *Globigerina ciperoensis* - *Globorotalia kugleri*. (fig.2).

PERU

Eames *et al.* (1962) también discuten el Oligoceno-Mioceno en el Perú y postulan la ausencia del Oligoceno. La Formación Mancora que suprayace las rocas eocenas, la colocan como Mioceno inferior (Aquitaniense).

Stainforth (1965) postula la continuación de la sedimentación desde el Eoceno superior hasta la Zona de *Globigerina ciperoensis* en el Perú Noroccidental. Anota que los fósiles índices de la Zona de Hantkenina persisten hasta el tope truncado de las lutitas de Cone Hill, pero que la aparición de *Globigerina venezuelana* (de Weiss, 1955) posiblemente *Globigerina rohri* (Bolli) y *Bulimina sculptilis* en las capas superiores, puede indicar un pasaje transicional a la Zona de *ciperoensis* actualmente erosionada. También anota (comunicación escrita) que en el Norte de Talara la Zona de *ciperoensis* fué reconocida. Sobre esta secuencia, la inmediata unidad más joven, es la Formación Mancora con una inconformidad basal muy pronunciada.

MIOCENO INFERIOR

(Anteriormente Oligoceno medio y superior, en parte, ver discusión del Oligoceno en páginas anteriores). De acuerdo a las zonaciones planctónicas más recientes (Bolli, 1966, Blow, 1969) el Mioceno inferior está representado por las zonas de *Globorotalia kugleri* a *Globigerinatella insueta*, y a las zonas N.4 á N.8. Estas zonas han sido reconocidas en el llamado Geosinclinal de Bolívar (Colombia, Ecuador y Perú) y parece que no existe mayor problema en reconocer este intervalo de tiempo.

MIOCENO MEDIO

(Anteriormente Oligoceno superior y Mioceno inferior), está definido por las zonas de *Globorotalia fohsi barisanensis* a *Globorotalia menardii*, zonas N.9 á N.15, en parte (fig.2).

COLOMBIA

De estas zonas únicamente ha sido reconocida con seguridad la Zona de *Globorotalia fohsi barisanensis*, con base en la ocurrencia de *Orbulina suturalis*, *Globorotalia peripheroronda*, *Globorotalia bermudezi* y *Globorotalia peripheroacuta*. Las zonas de *fohsi* superiores que debieran ocurrir inmediatamente encima, no han sido reconocidas, por lo menos *in situ*.

Duque (1972, en imprenta) plantea una laguna de sedimentación entre las llamadas facies de Carmen y Tubará (fig.2), con base en cambios paleoecológicos bruscos entre una facies turbidítica de ambiente muy profundo de la Zona de *Sigmoilina tenuis* y una facies de carbonatos de ambiente somero de la Zona de *Bulimina carmenensis*. Esta laguna también está sugerida por la ausencia de las zonas planctónicas del Mioceno medio, *Globorotalia fohsi fohsi* a *Globorotalia mayeri* en las formaciones terciarias de las costas Caribe y Pacífica de Colombia (Bandy, 1968, Duque, 1971, 1972, en imprenta).

Este último argumento es discutible, si se tiene en cuenta que algunos autores como Jenkins (1965) y Blow (1969) explican la ocurrencia y ausencia de las formas avanzadas de *fohsi* con las variaciones en la paleotemperatura y así las restringen exclusivamente a las zonas tropicales. También Stainforth (1948 y en la actualidad, comunicación escrita) relaciona este fenómeno con la existencia durante el Terciario, de una corriente fría tal como la actual Corriente de Humboldt.

Cómo estaban distribuídas las zonas tropicales durante el Terciario? . Coincidieron con las actuales? . Los estudios disponibles acerca de paleotemperaturas aún son muy fragmentarios como para resolver estas preguntas en una forma definitiva, particularmente en

el caso del Terciario marino de Colombia, del Ecuador y del Perú situados en la zona tropical actual. Lo que sí parece muy interesante, es que la mayor parte de las referencias de las formas avanzadas de *fohsi* (quilladas) ilustradas por Jenkins (1965), siempre aparecen localizadas en *latitudes Norte*, por encima de la línea ecuatorial.

En el caso particular de la sección de Carmen-Zambrano, Costa Norte de Colombia, *Globorotalia fohsi fohsi* s.s., sí ocurre, pero en la Zona de *Bulimina carmenensis* (cf. Stone, 1969), asociada con especies planctónicas más jóvenes (Duque, 1971, 1972, en imprenta). Esto hace suponer que las zonas de *fohsi* superiores, si se depositaron, pero fueron erosionadas como consecuencia de los movimientos tectónicos ocurridos a finales del Mioceno medio que se plantean en este trabajo.

ECUADOR

Las Zonas planctónicas del Mioceno medio también están ausentes en el Terciario del Ecuador, como ya fué sugerido por Sigal (1969). Aquí es importante anotar que Sigal coloca la primera aparición de *Orbulina* dentro de la parte más joven del Mioceno inferior. Blow (1969) propuso la primera aparición *evolutiva* de *Orbulina suturalis* (*Orbulina datum*), para reconocer la base del Mioceno medio (Langhiano). El valor práctico de *Orbulina* ya ha sido reconocido en las correlaciones efectuadas por diferentes investigadores en muchas partes del mundo. Suministran un *datum* mucho más útil, con una distribución geográfica mucho más amplia que el dado por la extinción de *Globigerinatella insueta* (cf. Blow, 1969).

PERU

En el Perú la situación aparece muy semejante a la observada en Colombia y en el Ecuador. Las referencias conocidas

sugieren la ausencia del Mioceno medio, por lo menos en el intervalo de tiempo cubierto por las zonas de *Globorotalia fohsi fohsi* a *Globorotalia mayeri*. La presencia de la zona de *Globorotalia fohsi barisanensis* está demostrada por la ocurrencia de *Globorotalia peripheroronda* y *Globorotalia peripheroacuta* (= *G. barisanensis* y *G. fohsi* respectivamente, Weiss, 1955) en las capas no diferenciadas del desierto de Sechura.

MIOCENO SUPERIOR

El uso del término Mioceno, en este trabajo, necesita consideraciones especiales debido al conflicto entre las edades indicadas por los moluscos y las indicadas por los foraminíferos planctónicos.

Este término fué creado en Europa por Sir Charles Lyell en 1839 como una época del período Terciario, basándose principalmente en la comparación de los porcentajes de moluscos fósiles particularmente pelecípodos, con representantes actualmente vivos.

Es bien sabido que el porcentaje exacto de estas especies vivas en capas con una edad determinada, es muy variable de una región a otra y por lo tanto, no es una base satisfactoria de correlación. Además, es muy difícil buscar la coincidencia entre los límites de los depósitos representantes de las *series* y *pisos* del “patrón” europeo, con lugares diferentes y distantes de Europa, con base únicamente en organismos que deben limitar sus vidas a condiciones ambientales restringidas. Tal es el caso de los moluscos, especialmente los pelecípodos.

Investigaciones recientes de los foraminíferos planctónicos y del nannoplancton calcáreo, han demostrado que la bioestratigrafía

basada en los fósiles pelágicos parece ser un instrumento mucho más útil para resolver los problemas de correlación de los diferentes estratotipos del Terciario de Europa con otras áreas intercontinentales.

Hasta hace solo unos pocos años, la cronoestratigrafía del Terciario superior, especialmente la del Mioceno, estaba basada en los moluscos y ningún problema real parecía existir en la correlación de los sedimentos marinos del Geosinclinal de Bolívar con los de otras áreas, principalmente con los del Caribe.

Con el gran desarrollo alcanzado por la bioestratigrafía de los fósiles pelágicos, se ha creado un problema cronoestratigráfico al datar los sedimentos del Mioceno en el Geosinclinal de Bolívar. Mientras los estudios basados en los moluscos indican edades no más jóvenes que el Mioceno medio, los foraminíferos planctónicos relacionados indican edades desde el Mioceno superior hasta el Pleistoceno.

Blow (1969) ha propuesto el límite entre los estratotipos del Langhiano (Mioceno medio) y del Tortoniano (Mioceno superior) entre las zonas N.15 y N.16 y dice: "In northern Italy, the oldest part of the stratotype Tortonian is developed within the later parts of Zone N.15 Hence, it thus seems that late Langhian-early Tortonian boundary is within this zone".

En Colombia, en la sección tipo de Carmen Zambrano se han reconocido *Globorotalia acostaensis* y *Globorotalia menardii* s.l. en la parte inferior de la Zona de *Bulimina carmenensis* (Duque, 1972, en imprenta), las cuales no ocurren antes de la Zona N.16, Mioceno superior (Blow, 1969).

También en el Chocó, Bandy (1968) reconoció en el Grupo Río Salado (parte superior), *Globorotalia acostaensis*, *Globigerina nephentes*, *Globorotalia menardii*, entre otras especies las cuales tampoco son más antiguas que el Mioceno superior. Es interesante

anotar que las rocas que contienen esta fauna hacen contacto en algunas partes con basaltos, y que las zonas planctónicas que caracterizan el Mioceno medio tampoco fueron reconocidas con la sola excepción de fauna con *Globorotalia peripheroronda*, *Globorotalia peripheroacuta*, *Globorotalia praefohsi*, que correspondería a la parte inferior del Mioceno medio (fig.2).

En el Ecuador, Sigal (1969) llega a conclusiones muy similares a las alcanzadas en Colombia y señala una edad de Mioceno superior para las Formaciones Charapotó y Onzole, con base en los foraminíferos planctónicos (fig.2). Estas formaciones eran consideradas anteriormente como Mioceno inferior y medio (Olsson, 1932) según la edad indicada por los moluscos, de la misma manera que en Colombia las rocas que contienen las zonas de *Bulimina carmenensis*, *Uvigerina subperegrina* y la Zónula de *Rotalia beccarii* (Anderson, Petters y Sarmiento, Porta, Bürgl, etc.), han sido consideradas Mioceno inferior y medio.

En el Perú, aunque los foraminíferos planctónicos necesitan ser reestudiados, se ha podido observar una situación similar a las del Ecuador y Colombia.

En la cuenca de Sechura ocurren, según las figuras de Weiss (1955) *Globorotalia peripheroronda* y *Globorotalia peripheroacuta*, que como se discutió anteriormente indican por lo menos parte del Mioceno medio. Inmediatamente encima está la Formación Montera con fauna de moluscos (Olsson, 1932) y capas con *Globorotalia menardii* y *Spheroidinellopsis* (fig.2). Aquí es importante anotar que Weiss (1955, p.310) menciona la ocurrencia de *Globorotalia barisanensis* en la Formación Montera inferior del Desierto de Sechura.

Todas las faunas de moluscos por encima del Oligoceno en el Perú, Ecuador y Colombia, no han sido más antiguas que la zona de *Bulimina carmenensis*, cuando se han mencionado relacionadas y “asociadas” a foraminíferos planctónicos, es decir, no son más

antiguas que el Mioceno superior. Sin embargo, como se dijo anteriormente la edad indicada por los moluscos es de Mioceno inferior y medio. Este problema debe tener una solución que esté de acuerdo tanto con los foraminíferos como con los moluscos.

Duque (1972, en imprenta) ha sugerido la posibilidad de que los moluscos no están *in situ*, cuando se encuentran asociados a foraminíferos planctónicos, debido a que son dos grupos controlados por condiciones ecológicas diferentes y por lo tanto no debieran ocurrir asociados, a no ser que hayan sido transportados de las áreas originales situadas en el interior y redepositados junto con los sedimentos más jóvenes en las áreas marginales actuales. Tal es el caso de las Formaciones Las Perdices y Tubará (cf. Anderson, 1929) que contienen moluscos de edad Mioceno inferior y medio (Woodring comunicación personal) asociadas con radiolarios y fauna calcárea planctónica de edad Mioceno superior a más joven.

Duque (1968) correlacionó la Formación Cerrito, con moluscos de edad Mioceno inferior, en el área de Sincelejo, con las unidades superiores de la sección de Carmen-Zambrano y sugirió la posibilidad de una edad Plioceno para esta formación teniendo en cuenta que en el norte, estos moluscos ocurren relacionados con foraminíferos planctónicos más jóvenes. Con los nuevos datos conocidos, esta correlación no es posible, ya que los moluscos de la Formación Cerrito parece que está *in situ*, mientras que los de las otras formaciones situadas más al norte no lo están. Este fenómeno será tratado en detalle en un trabajo sobre la Paleogeografía del Terciario del Norte de Colombia en preparación.

HIATO REGIONAL POST-MIOCENO MEDIO - PRE-MIOCENO SUPERIOR

Con la información hasta ahora obtenida del Perú, del Ecuador y Colombia se puede plantear la existencia de un *hiato regional* a todo lo largo de la franja noroccidental de Suramérica

(Perú, Ecuador y Colombia) correspondiente al Mioceno medio por lo menos en parte, confirmado por:

- a) La ausencia de las zonas planctónicas que lo definen,
- b) El carácter discordante de las rocas del Mioceno superior sobre las rocas subyacentes del Mioceno inferior (fig.2) y
- c) La presencia de fauna redepositada de foraminíferos planctónicos (Weiss, 1955, Duque, 1971, 1972, en imprenta) y de moluscos del Mioceno inferior y medio dentro de las capas con evidencias planctónicas del Mioceno superior.

A todo lo anterior se puede adicionar una serie de hechos muy interesantes hasta ahora de importancia local de otras áreas en el Caribe y en Europa, casi siempre mencionados entre las zonas de *foshi* y las zonas inmediatamente superiores que adquieren una importancia mucho más regional con lo observado en Colombia, Ecuador y Perú.

En Trinidad, Bolli (1957, p.105) se refiere a un problema que ocurre entre las Formaciones Ciperó y Lengua y dice: "Apparently normal contacts between the Ciperó and Lengua formations have been observed at various localities such as in trenches in the Barrackpore area. The extinction of *Globorotalia fohsi robusta*, the change to a more clayey lithology and the presence in certain areas of *pebble beds* and *slump masses* of considerable thickness are indications not only of *environmental changes but also of tectonic and possibly of turbidity flow activities at the end of Ciperó time*".

Blow (1969, p. 245) también se refiere al diastema entre las Formaciones Ciperó y Lengua, pero le da a éste una importancia muy local.

También en estudios recientes (Blow, 1969, Berggren,

1970) se ha puesto de manifiesto que entre todos los estratotipos correspondientes, el Langhiano y el Tortoniano aparecen como los pisos más útiles para definir el Mioceno medio y superior respectivamente. Sin embargo, el límite exacto entre estos dos pisos no ha dado las suficientes evidencias fósiles para definirlo con precisión, según se puede deducir de las observaciones de Berggren (1970, p.753): "... The Langhian thus *appears* to extend from the *G. sicanus* Zone to *approximately* the top of the *G. fohsi* s.l. Zone of Bolli (approximately the top of Zone N.12 of Banner and Blow, 1965)".

Banner y Blow (1965) y Blow (1969) han reconocido en la parte inferior del Tortoniano típico la parte superior de la Zona N.15 y la Zona N.16. Faltarían así las evidencias fósiles correspondientes a las zonas N.13 y N.14 y parte inferior de N.15, para poder correlacionar la base del Tortoniano con el tope del Langhiano. Estas zonas corresponderían aproximadamente con las zonas de *Globigerinoides ruber*, *Globorotalia mayeri* y *Globorotalia menardii* de Bolli (1966).

Todos estos hechos aunque de un valor aparente muy local, están indicando la ocurrencia de fenómenos sedimentarios y tectónicos de carácter regional a finales del Mioceno medio.

RELACION CON EL DESARROLLO Y MIGRACION DE FAUNAS TERRESTRES

Nygren (1950) sugiere como las mejores épocas para migraciones de faunas terrestres el Cretáceo superior al Eoceno medio, y el Mioceno superior a Reciente.

Bandy (1968) considera las sugerencias de Nygren pero las modifica y propone:

- 1) Durante el Paleoceno,
- 2) Quizás durante el Eoceno superior y
- 3) Durante el Plioceno al Reciente.

Si se consideran estos planteamientos y la nueva información obtenida se tiene:

Cretáceo superior - Paleoceno.- El Cretáceo superior y si existe el Paleoceno, están representados, por lo menos en Colombia, por condiciones paleoecológicas marinas muy profundas, lo cual está demostrado por la gran abundancia en radiolarios y posiblemente solución diferencial de la fauna planctónica calcárea (Duque, 1972, en imprenta). Este período en vista de lo anterior, no fué el más propicio para el desarrollo y migración de faunas terrestres a través de esta franja occidental.

Eoceno-Oligoceno-Mioceno inferior y medio.- Es muy cierto como ya fué observado anteriormente, que existen lapsos durante el Paleogeno-Neogeno inferior en el Geosinclinal de Bolívar, que debido a la falta de evidencias marinas, pudieran ser interpretados como períodos de no sedimentación y considerarse tierra firme favorable para el desarrollo y migración de faunas terrestres. El caso es que en esta franja al occidente de la Cordillera Central de Colombia nunca se han encontrado restos fósiles de faunas terrestres, anteriores al Mioceno superior.

Parece que durante el Terciario anterior al Mioceno superior, las faunas terrestres estuvieron aisladas en Suramérica, hasta la parte oriental de la Cordillera Central en Colombia y sin ninguna comunicación posible hacia el Norte (Mapa 1).

Mioceno superior a reciente.- Un hecho importante y reconocido en el Mioceno superior de esta franja occidental es la *diferenciación* a nivel específico de *faunas bentónicas de foraminíferos*. Mientras que son iguales desde el Cretáceo superior hasta el Mioceno inferior y medio (en parte), especialmente

Uvigerina y *Buliminidae*, en el Mioceno superior se puede observar ya una diferenciación (fig.3). En el Norte de Colombia en el área comprendida por los cuadrángulos G, F, D, E y C (Mapa 1) *Uvigerinidae* y *Buliminidae* son comunes a la provincia Caribe, desde el Cretáceo superior hasta el Reciente. Una situación muy diferente ocurre a partir del Mioceno superior en áreas del Departamento del Chocó, v.gr.: Serranía del Baudó hacia el sur. Estos grupos bentónicos son diferentes a sus correspondientes en el Caribe y similares a las del Mioceno superior de California, del Ecuador y del Perú. Tal es el caso de *Uvigerina charapotoensis* Cushman & Stevenson, *U. hootsi* Rankin, *U. modeloensis* Cushman & Kleinpell. *U. peruviana* Cushman & Stone, *U. segundoensis* Cushman & Galliker, *U. subperegrina* Cushman & Kleinpell (no Petters y Sarmiento), *Bulimina carnerosensis* Cushman & Kleinpell, *B. ecuadorana* Cushman & Stevenson, nunca mencionados en el Caribe.

Esto pone de presente la separación de las provincias Caribe y Pacífica en el Mioceno superior, consecuencia directa de los movimientos tectónicos ocurridos durante el Mioceno medio (figs. 1, 2 y 3).

Este fenómeno de la diferenciación de faunas bentónicas en el Caribe y en el Pacífico, estaría relacionado con observaciones hechas por Berggren (1970), quien al comparar la similitud de faunas de foraminíferos bentónicos en diferentes cuencas de Europa y del Caribe durante el Cenozoico, encontró que a partir del Mioceno medio tuvo lugar una diferenciación transicional entre las faunas bentónicas consideradas, y que en el Mioceno superior está diferenciación ya es más marcada.

La diferenciación de las faunas bentónicas de foraminíferos observados en el Geosinclinal de Bolívar como consecuencia de la separación de las provincias Pacífica y Caribe, está indicando que solamente a partir del Mioceno superior empezaron a crearse condiciones favorables de comunicación hacia el norte, para el desarrollo y migración de faunas terrestres.

EDADES	NEOGENO		GEOSINCLINAL DE BOLIVAR	
	MIOCENO	PISOS	COSTA PACIFICA	COSTA CARIBE
	superior y mas joven	TUBARA	DIFERENCIACION A NIVEL ESPECIFICO DE LAS FAUNAS BENTONICAS: <i>Uvigerinidae - Buliminidae</i>	DIFERENCIACION A NIVEL ESPECIFICO DE LAS FAUNAS BENTONICAS: <i>Uvigerinidae - Buliminidae</i>
	inferior y medio		HIATO REGIONAL	
PALEOGENO	EOLIGOCENO	CARMEN	FAUNAS BENTONICAS COMUNES	
	EOCENO		HIATO REGIONAL	
CRETACEO SUPERIOR - PALEOCENO		CANSONA	FAUNAS BENTONICAS COMUNES	Faunas con <i>Siphogenerinoides</i> Perú Noroccidental
			COLOMBIA - ECUADOR	

Fig. 3- Similitud faunística de foraminíferos durante el Cretáceo Superior y Cenozoico.

A pesar de los pocos estudios hechos en esta región sobre faunas terrestres fósiles, las observaciones anteriores concuerdan muy bien con las pocas evidencias de restos de vertebrados hasta ahora encontrados en el Norte de Colombia. Tal es el caso de *Scleromis royoí*, que Porta (1962, pp. 34-35) data como Mioceno superior a Plioceno inferior.

De la misma manera estas observaciones concuerdan con Whitmore (1965) quien concluye que la mezcla de faunas terrestres de Norteamérica y Suramérica, tuvo lugar por primera vez durante el Plioceno, y que estos dos continentes estuvieron separados durante la mayor parte del Terciario.

Indudablemente la región noroccidental de Colombia (Area del Chocó), juega un papel muy importante en la explicación paleogeográfica, especialmente del Terciario superior y sus relaciones con Centroamérica y Norteamérica.

Haffer (1970), con base en análisis topográficos, climatológicos, fluviales y humanos entre otros, también reconoce en líneas generales algunos de los fenómenos observados en la Costa Norte de Colombia, Ecuador y Perú.

Estos fenómenos se pueden comparar mas o menos así:

Cretáceo superior - Paleoceno.- Haffer (1970, p. 615) dice: "There is no field evidence for strong orogenic movements in our área during the upper Cretaceous - Paleocene or for the existence of a continuous land bridge connecting Central and South America during this time interval". Esto confirma la posibilidad de correlación de los eventos sucedidos durante el llamado *Ciclo de Cansona* (Duque, 1972, en imprenta) con los mencionados por Haffer.

Orogenia pre-Eoceno superior.- (Haffer, 1970, p.616). Estos movimientos corresponden en líneas generales a los reconocidos entre los ciclos de *Cansona* y del *Carmen* (Duque, 1972,

en imprenta, con rango de *pisos* para correlaciones regionales (fig.3) en la franja occidental en discusión.

Eoceno superior - Mioceno medio.- También Haffer supone que la sedimentación fué continua durante este intervalo de tiempo y corresponde al *piso* del Carmen de estas notas (fig.3).

Orogenia pre-Mioceno superior.- (Haffer, 1970, p.617). Estos movimientos también corresponden a los descritos en este trabajo y que tuvieron lugar post-Carmen, probablemente en el Mioceno medio a comienzos de Mioceno superior (?) y reconocidos en el Ecuador y en el Perú.

No se hace ningún comentario por el momento, a los eventos discutidos por Haffer para el Plioceno y Cuaternario, ya que la bioestratigrafía basada en los foraminíferos planctónicos no ha sido aún satisfactoriamente aclarada para ser usada de una manera práctica en correlaciones intercontinentales.

En relación a la migración de faunas terrestres es importante mencionar que Haffer piensa que los *ancestros de las faunas de mamíferos provinieron del Norte*, mientras que investigadores modernos como Hoffsteter (Etayo, comunicación verbal) son de la idea de ancestros suramericanos para algunos grupos de faunas de Suramérica.

CONCLUSIONES

Todas las consideraciones y planteamientos discutidos en este trabajo, los *hiatos regionales* reconocidos y los *pisos* propuestos, no han perseguido otro fin que el de establecer criterios prácticos y seguros de correlación local (Suramérica).

Además, si se tiene en cuenta la falta de evidencias fosilíferas diagnósticas en algunas capas estratigráficamente críticas para correlaciones intercontinentales, existe la imperiosa necesidad de crear unidades tiempo-roca locales: *pisos* limitados inferior y superiormente por accidentes estratigráficos y tectónicos de carácter regional, preferiblemente controlados con edades absolutas, como base práctica de correlación, para no depender de las constantes controversias que siempre han existido y existirán en la discusión de la validez de los diferentes estratotipos de la terminología clásica europea, particularmente la del Terciario.

Ya en Venezuela. Renz (1948) propuso una serie de “pisos” pero realmente fueron conjuntos arbitrarios de zonas basadas en foraminíferos bentónicos que no se reconocen aún en otros sectores de la misma cuenca, y sin equivalentes en las áreas adyacentes (Stainforth, comunicación escrita). También confirma (comunicación escrita) que en Venezuela si existen accidentes como discordancias regionales y ciclos de orogenia y sedimentación que bien podrían servir como bases de *pisos*, pero que hasta la fecha nadie ha hecho una propuesta formal de tal tipo.

El impulso que últimamente ha tenido la medición del tiempo geológico absoluto con base en las edades radiométricas, ha servido para confirmar lo arriesgado que ha sido, por lo menos aquí en Colombia el haber implantado *a priori* las edades clásicas lo mismo que los diferentes períodos orogénicos europeos.

Por último hay que recalcar también la importancia que la Paleoecología tiene, especialmente la paleobatimetría y la paleoclimatología, en el reconocimiento de fenómenos tectónicos y paleogeográficos en áreas donde por medio de otros métodos, éstos serían imposibles de reconocer.

AGRADECIMIENTOS

El autor quiere agradecer muy sinceramente al Dr. R.M. Stainforth sus valiosas críticas y sugerencias al leer el manuscrito de este trabajo.

De la misma manera al Dr. Fernando Etayo, sus sugerencias y comentarios y un agradecimiento muy especial, al personal del Instituto por su colaboración durante la ejecución de este trabajo.

BIBLIOGRAFIA

- Anderson, F.M., 1929.- Marine Miocene and Related deposits of North Colombia. *Cal. Acad. Sci. Procc. Fourth Series*, Vol. XVIII, No. 4, pp. 73-213, Plts. 8-23, March.
- Aubouin, J., 1965.- Geosynclines. *Developments in Geotectonics I*, Elsevier Publishing Company, pp. 1-335, figs. 1-67, tpls. 1-11. New York.
- Bandy, O.L., 1968.- Correlations of Principal Geologic Formations and Suggested Paleoenvironmental Trends, Route 17, Panamá, Route 25. Colombia. *Engineering Feasibility Studies Atlantic-Pacific Interoceanic Canal, GEOLOGY, Final Report Route 25, Vol.1*, pp. E-87-111, 4 figs., 2 tpls., April.
- Berggren, W.A., 1968.- Micropaleontology and the Pliocene/Pleistocene Boundary in a Deep Sea Core from the South-Central North Atlantic. *Committee Mediterranean Neog. Strat. Proc. IV Sess. Giorn Geol.* (2) XXXV, fasc. 2, pp.291-312, figs. 1-6, Bologna 1967.
- Berggren, W.A. & Phillips, J.D., 1970.- Influence of Continental Drift on the Distribution of Tertiary Benthonic Foraminifera in the Caribbean and Mediterranean Regions. *Woods Hole Contribution No. 2376*, pp. 1-91, 8 figs.
- Blow, W.H., 1969.- Late Middle Eocene to Recent Planktonic Foraminiferal Biostratigraphy. *Proceed. First. Inter. Conference Plankt. Microfos.* Geneva, 1967, Ed. Bronnimann & Renz, Vol. 1, pp. 1-422, figs. 1-43, pls. 1-54. Leiden.
- Bolli, H.M., 1957.- Planktonic Foraminifera from the Oligocene-Miocene Cipero and Lengua Formations of Trinidad B.W.I. *U.S. Nat. Mus. Bull.* 215, pp. 97-123, 5 figs., 8 lms., Washington.
- _____, 1957.- Planktonic Foraminifera from the Eocene Navet and San Fernando Formations of Trinidad B.W.I. *U.S. Nat. Mus. Bull.* 215,

pp. 155-172, pls. 25-39, Washington.

- Bolli, H.M., 1966.- Zonation of Cretaceous to Pliocene marine sediments based on planktonic foraminifera. *Bol. Informativo Asoc. Venez. Geol. Min. Petrol.* Vol. 9, No. 1, January, 1966, pp. 3-32, tpls. 1-4.
- Bürgl, H., 1961.- Historia Geológica de Colombia. *Rev. Acad. Sci. Fisic. Nat.* Vol. XI. No. 43, pp. 137-191, 41 figs., Bogotá.
- Case, J.E., Durán, L.G. López, A. & Moore, W.R., 1971.- Tectonic Investigations in western Colombia and Eastern Panamá. *Geol. Soc. Amer. Bull.* Vol. 82, pp. 2685-2712, 16 figs., October.
- Cushman, J.A. & Stainforth, R.M., 1951.- Tertiary Foraminifera of Coastal Ecuador: Part. 1, Eocene. *Journ. Paleont.* Vol. 25, No. 2, March, 1951, pp.129-164, pls. 25-28, text figs. 1-4.
- Duque, Caro, H., 1968.- Observaciones generales a la Bioestratigrafía y Geología Regional en los Departamentos de Bolívar y Córdoba. *Bol. Geol. Univ. Indust. de Santander*, No. 24, pp. 71-87, fig. 1-3, Bucaramanga, Marzo 1967.
- _____, 1971.- On planktonic Foraminiferal Zonation in the Tertiary of Colombia. *Micropaleontology* Vol. 17, No. 3, pp. 365-368, July.
- _____, 1972.- Ciclos tectónicos y sedimentarios en el Norte de Colombia relacionados con la Paleoeología. *Bol. Geol.* (en imprenta).
- Eames, F.E., Banner, F.T., Blow, W.H. & Clarke, W.J., 1962.- Fundamentals of Mid-Tertiary Stratigraphical Correlations. *Cambridge University Press*, pp. 1-162, 17 pls., 20 figs.
- Eames, F.E., Clarke, W.J., Banner, F.T., Smouth, A.H. & Blow, W. H., 1968. Some Larger Foraminifera from the Tertiary of Central America. *Paleontology*, Vol.11, part. 2, pp. 283-305, pls. 47-49.
- Ericson, B.B., Ewing, M. & Wolling, G., 1963.- Plio-Pleistocene Boundary in Deepsea sediments *Science*, 139, No. 3556, pp. 727-737, Washington.

- Frizzell, D.L., 1943.- Upper Cretaceous Foraminifera from Northwestern Perú.
Jour. Paleont. Vol. 17, No. 4, pp. 331-353. Pls. 55-57, July.
- Haffer, J., 1970.- Geologic Climatic History and Zoogeographic Significance of the Urabá Region in Northwestern Colombia. *Caldasia Vol. X*, No. 50, pp. 603-636, figs. 1-6, tpls. I, May.
- Hay, W.W., 1969.- On Defining boundaries between the Paleocene Eocene and Oligocene. *Colloque sur l'Eocene. Mem. du B.R.G.M.* No. 69, Vol.III, pp. 196-200, París, May. 1968.
- Hofker, J., 1956.- Tertiary Foraminifera of Coastal Ecuador: Part. II, additional notes on the Eocene species. *Jour. Paleont.* Vol. 30, No. 4, July 1956, pp. 891-958, text. figs. 1-101.
- Hoffstetter, R., 1956.- Lexique Stratigraphique International, Vol. V., AMERIQUE Fasc. 5a, ECUADOR, París, 191 pp.
- _____, 1956.- Lexique Stratigraphique International Vol. V, AMERIQUE LATINE Fasc. 5b, PERU, París, 132 pp.
- Jacobs, C., Bürgl, H. & Conley, D., 1963.- Backbone of Colombia. *Amer. Assoc. Petrol. Geol. Mem.* 2, pp. 62-72, 14 figs.
- Jenkins, D.G., 1965.- Planktonic Foraminifera and Tertiary intercontinental correlations. *Micropaleontology*, Vol. 11, No. 3, pp. 265-277, pls. 1-2, July.
- Lloyd, J.J., 1963.- Tectonic History of the South Central American Orogen, *Amer. Assoc. Petrol. Geol. Mem.* 2, pp. 88-100, 12 figs.
- Nygren, W.E., 1950.- The Bolivar Geosyncline of North western South America. *Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull.* Vol. 34, No. 10, pp. 1998-2006, 3 figs., Tulsa.
- Olsson, A.A., 1932.- Contributions to the Tertiary Paleontology of Northern Perú, Part. 5, the Peruvian Miocene. *Amer. Paleont. Bull.* Vol. 19, No. 68, 272 pls.

- Olsson, A.A., 1934.- Contributions to the Paleontology of Northern Perú: The Cretaceous of the Amotape Region. *Bulls. of Am. Pal.*, Vol. 20, No. 69, pp. 1-104, 2 figs., 11 Is., Ithaca.
- _____ 1956.- In Jenks, W.F., Handbook of South American Geology. *Geol. Soc. Amer. Mem.* 65, pp. 293-326, 2 figs., New York.
- Petters, V., 1955.- Developments of Upper Cretaceous Foraminiferal Faunas in Colombia S.A. *Jour. Paleont.* Vol. 29, No. 2, pp. 212-225, 7 figs. March.
- Petters, V. & Sarmiento, R., 1956.- Oligocene and Lower Miocene Biostratigraphy of the Carmen-Zambrano Area, Colombia, *Micropaleontology*, Vol. 2, No. 1, pp. 7-35, 1 pl., 2 figs., 7 tpls.
- Porta, J.D., 1962.- Consideraciones sobre el estado actual de la Estratigrafía del Terciario en Colombia. *Bol. Geol.* No. 9, pp. 5-43, 5 tpls., 1 fig., Universidad Industrial de Santander.
- _____ 1970.- On Planktonic Foraminiferal Zonation in the Tertiary of Colombia. *Micropaleontology*, Vol. 16, No. 2, pp. 216-220, text. fig. 1, April.
- Schuchert, C., 1934.- Historical Geology of the Antillean Caribbean Region. John Wiley & Sons, Inc. Vol. 1, 811 pp., 107 figs., New York.
- Sigal, J., 1969.- Quelques Acquisitions Recents Concernant la Chronostratigraphie des Formations Sedimentaires de L'Equateur. *Revista Española de Micropaleontología.* Vol. 1, No. 2, pp. 205-236, 2 figs., Mayo.
- Small, Jr., J. & Polugar, 1962.- (en Sigal, 1969).
- Stainforth, R.M., 1948.- Applied Micropaleontology in Coastal Ecuador. *Jour. Paleont.* Vol. 22, No.2, pp. 113-151, text. figs. 1-2, Plts. 24-26, March.
- _____, 1955.- Ages of Tertiary Formations in Northwest Peru. *Amer. Assoc.*

-
- Petrol. Geol. Bull.*, Vol. 39, No. 10, pp. 2068-2077, tbl.1.
- Stainforth, R.M., 1968.- Mid-Tertiary Diastrophism in Northern South America. *Fourth Caribbean Geol. Conf. Transactions* pp. 159-177, figs. 1-9, Trinidad, 1965.
- Stainforth, R.M. & Rugg, W., 1953.- Mid-Oligocene Transgressions in Southern Perú. *Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull.* Vol. 37, No. 3, pp. 568-569.
- Stone, B., 1968.- Planktonic Foraminiferal Zonation in the Carmen-Zambrano Area, Colombia. *Micropaleontology*, Vol. 14, No. 3, pp. 363-364, text. fig. 1, July.
- Thalman, H.E., 1946.- Micropaleontology of Upper Cretaceous and Paleocene in Western Ecuador. *Amer. Assoc. Petr. Geol. Bull.* Vol. 30, pp. 337-347, No. 3, 1 fig.
- Travis, R.B., 1953.- La Brea-Pariñas oil Field, Northwestern Perú. *Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull.* Vol. 37, No.9, pp. 2-093-118, 9 figs.
- Weiss, L., 1955.- Foraminifera from the Paleocene Pale Greda Formation of Perú. *Jour. Paleont.* Vol. 29, No. 1, pp. 1-21, pls. 1-6, text. figs. 1-2.
- , 1955.- Planktonic Index Foraminifera of Northwestern Perú. *Micropaleontology*, Vol. 1, No. 4, pp. 301-319, pls. 1-3, text. fig.1, tbls. 1-2, 1 chart, October.
- Werenfels, A., 1926.- Una Sección Estratigráfica a través del Terciario de Toluviejo, Colombia. *Eclog. Geol. Helvet.* Vol. 20, pp. 79-84, 1926, 2 figs.
- Whitmore, F.C., Jr. & Stewart, R.H., 1965.- Miocene Mammals and Central American Seaways. *Science.* Vol. 148, No. 3667, pp. 180-185, 2 figs.
- Woodring, W.P., 1954.- Caribbean Land and Sea through the Ages. *Geol. Soc. Amer. Bull.* Vol. 65, No. 8, pp. 719-732, figs.

Woodring, W.P., 1965.- Endemism in Middle Miocene Caribbean Molluscan Faunas. *Science*, Vol. 148, No. 3672, pp. 961-963, 1 figs., 1 tbls. Mayo.

**LA EXOGYRA SQUAMATA EN EL CRETACEO
MEDIO DE LA CORDILLERA ORIENTAL DE
COLOMBIA**

Por

Diana Gutiérrez Palma
Geóloga

CONTENIDO

	<u>Página</u>
RESUMEN	75
ABSTRACT.	76
INTRODUCCION	77
CONSIDERACIONES GENERALES	78
EDAD Y POSICION ESTRATIGRAFICA	78
POSIBLE VALOR BIOESTRATIGRAFICO	81
ANTECEDENTES HISTORICOS	85
METODOS DE TRABAJO	86
ESTRATIGRAFIA	87
TAXONOMIA	89
CONCLUSIONES	97
AGRADECIMIENTOS	103
BIBLIOGRAFIA	104

ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Localidades donde, hasta la fecha, se ha citado la especie <i>Exogyra squamata</i>	79
2	Posición estratigráfica de la <i>Exogyra squamata</i> en la Cordillera Oriental según criterio de diferentes autores.	80
3	Columna estratigráfica de la sección estudiada de la Formación Capacho (?) en el zanjón El Hornito, área de Capitanejo	83
4	Dispersión vertical de la <i>Exogyra squamata</i> en el área	

	<u>Página</u>
de Capitanejo, Departamento de Santander	84
5 Esquema sobre la posición relativa de las muestras tomadas a lo largo del zanjón El Hornito, área de Capitanejo entre	86- 87
6 Geología de los alrededores de Capitanejo y localización aproximada del área donde se estudió la sección	88
7 Carta de dispersión	98

LAMINAS

1 <i>Exogyra squamata squamata</i> d'Orbigny, forma grande	110
2 <i>Exogyra squamata squamata</i> d'Orbigny, forma grande	112
3 <i>Exogyra squamata squamata</i> d'Orbigny, forma grande	114
Transición <i>Exogyra squamata servitensis</i> , forma pequeña - <i>Exogyra squamata squamata</i> , forma grande	114
4 <i>Exogyra squamata servitensis</i> forma pequeña . . .	117
5 <i>Exogyra squamata servitensis</i> forma pequeña . . .	120
6 <i>Exogyra squamata</i> d'Orbigny	124
<i>Exogyra squamata</i> Dietrich <i>non</i> d'Orbigny	124

	<u>Página</u>
<i>Exogyra squamata</i> Bürgl <i>non</i> d'Orbigny	124
<i>Exogyra</i> aff. <i>squamata</i> Bürgl <i>non</i> d'Orbigny	124
<i>Exogyra squamata</i> Ujueta <i>non</i> d'Orbigny	124
7 <i>Exogyra columba</i>	126
<i>Exogyra columba</i> Deshayes	126
<i>Exogyra columbella</i> Meek	126
<i>Exogyra mermeti</i> (Cocuand)	126
8 <i>Exogyra columba</i> (Lamarck)	129

RESUMEN

Este trabajo se refiere a la especie *Exogyra squamata*, forma colombiana descrita por Alcide d'Orbigny en 1842 y se ha realizado con el fin de revisar su taxonomía. Variaciones de tamaño, observadas siempre en sentido vertical, han hecho pensar en su posible valor bioestratigráfico y han inclinado a la autora a considerar y diferenciar tentativamente dos formas: *Exogyra squamata squamata*, forma grande y *Exogyra squamata servitensis*, forma pequeña (especies bioestratigráficas, no biológicas). Se discuten algunas consideraciones sobre ambientes y finalmente se plantea una analogía bioestratigráfica entre la *Exogyra columba* (descrita de Francia, Jourdy, 1924) y la *Exogyra squamata*, durante el lapso comprendido entre el Albiano y el Turoniano.

ABSTRACT

A preliminary review of the taxonomy and general biostratigraphy of the species *Exogyra squamata* as described originally by Alcide d'Orbigny (1842) from the Capitanejo area, Eastern Cordillera, Colombia has been attempted. Size variations, always observed vertically, may probably suggest that these have biostratigraphic importance. Therefore, two forms will tentatively be proposed (biostratigraphic speciation): *Exogyra squamata squamata* "forma grande" and *Exogyra squamata servitensis*, "forma pequeña". Also, environmental aspects as well as analogies between the Jourdy (1924) Cenomanian-Turonian *Exogyra columba* (LAMARCK) and *Exogyra squamata* d'Orbigny evolutionary patterns are discussed.

INTRODUCCION

Excepto en lo relacionado con las amonitas, poca atención se ha dedicado a los moluscos del Cretáceo de Colombia. Esta razón ha despertado el interés de realizar un estudio bioestratigráfico, en especial de los bivalvos presentes en el Cretáceo de la Cordillera Oriental. Esta región fué escogida para dicho estudio por dos razones:

1. El Cretáceo se encuentra allí mejor expuesto.
2. De esta región, existen los datos y referencias más abundantes acerca de la ocurrencia de moluscos.

Parece que el género *Exogyra*, hasta la fecha, sea el taxón que ofrece mejores posibilidades de ser usado en la bioestratigrafía de los bivalvos de la Cordillera Oriental ya que se ha observado a partir del Cretáceo inferior hasta el Cretáceo medio y son varias las especies mencionadas a través de este lapso v.gr.: *Exogyra boussingaultii* d'Orbigny, *E. costata spinifera* Stephenson, *E. columba* (Lamarck), *E. flabellata?* d'Orb., *E. latissima* (Lamarck), *E. aff. olisiponensis* Sharpe, *E. poligona*, *E. reissi* Steim., *E. sergipensis?* Maury, *E. squamata* d'Orb., *E. texana?* Roemer, *Exogyra* spp. indet. (diversos autores en Etayo, 1964). Todas estas especies merecen una revisión detallada.

Como preámbulo al trabajo antes mencionado, sobre la bioestratigrafía de los bivalvos de la Cordillera Oriental, se presenta aquí un estudio taxonómico de la especie *Exogyra squamata*. Se escogió esta especie por las siguientes razones: Es una forma típica y originalmente descrita de Colombia, de ocurrencia común en capas calcáreas que constituyen niveles fácilmente distinguibles en el campo y que pueden seguirse a lo largo de la Cordillera Oriental,

desde el Huila hasta Santander (fig.1). Además, es muy llamativo el hecho de no haberse encontrado asociada, hasta ahora, con amonitas ni gasterópodos.

CONSIDERACIONES GENERALES

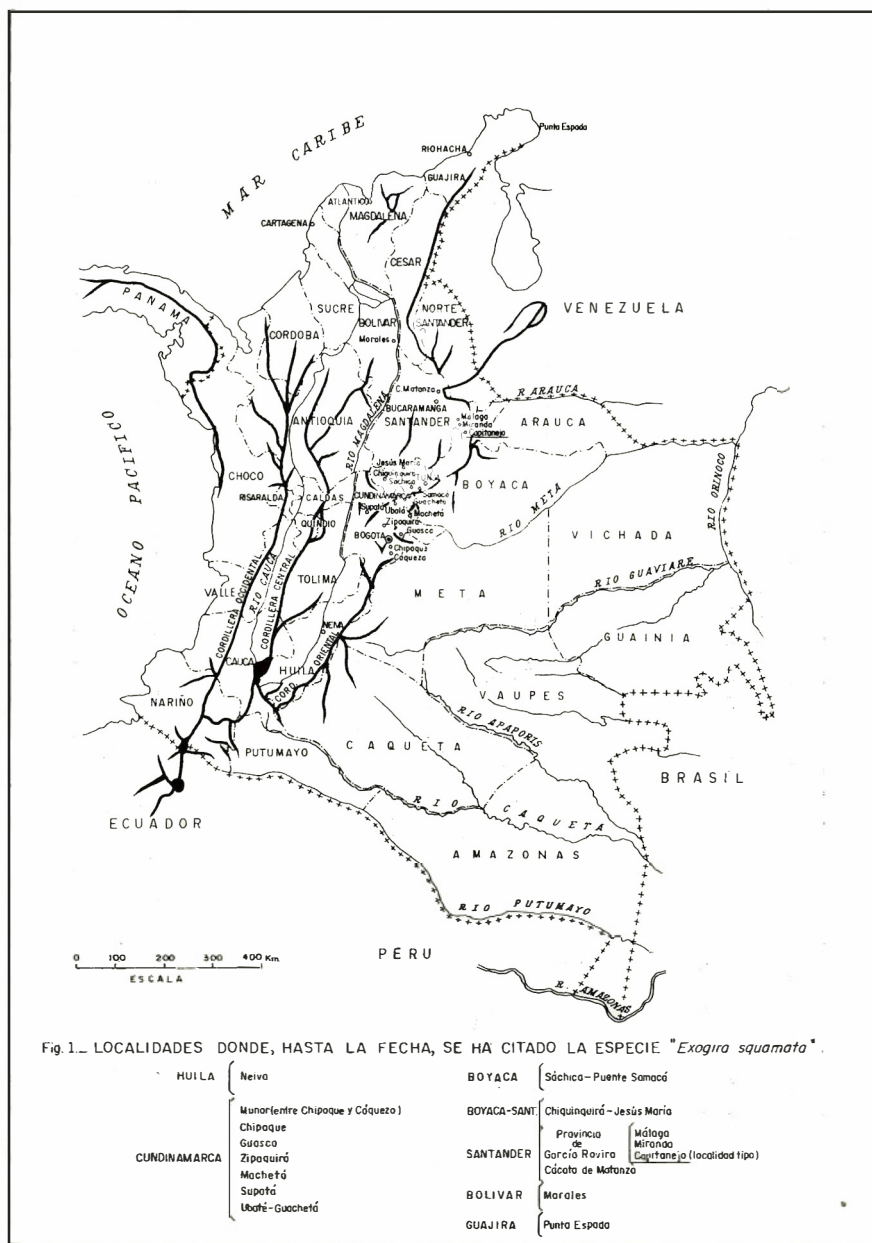
EDAD Y POSICION ESTRATIGRAFICA

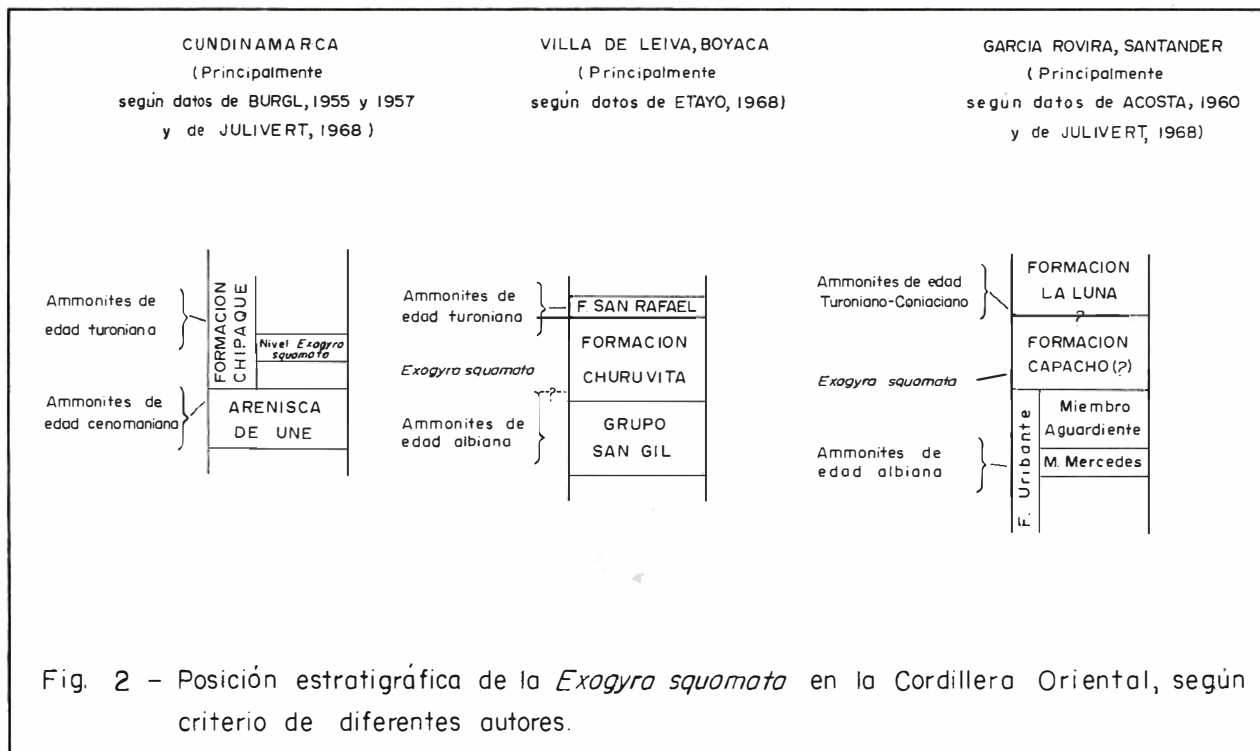
Hasta la fecha las rocas con *Exogyra squamata* se han encontrado encima de capas consideradas del Cenomaniano (parte alta de la Arenisca de Une, región de Choachí y W de Ubaté, Bürgl, 1955 y 1957) o, sobre estratos datados como Albiano (Formación San Gil superior, región de Villa de Leiva, Etayo, 1968; Areniscas del Aguardiente, provincia de García Rovira, Julivert, 1968); y también, debajo de estratos de edad Turoniano (Hubach, 1957b, Acosta, 1960; Etayo, 1968; Julivert, 1968), (fig.2).

Barrero y Cáceres (en Ujueta, 1962, p. 36) observaron la presencia de cinco niveles con *E. squamata*, 70 m estratigráficamente encima de la Arenisca de Une. Hubach (1957b, p. 41) manifiesta que generalmente el nivel de *E. mermeti* (= *E. squamata*) está a más o menos 50 m por debajo del miembro de la Frontera (Turoniano-Coniaciano basal).

Royo y Gómez (1940) expresa “que la edad de *E. squamata*. . . es más bien Cenomanense, como se ha señalado para el Perú (Schlagintweit, Steinmann)”. Royo y Gómez hace esta aseveración basándose en sus observaciones de campo y en la asociación de especies cenomanianas (bivalvos) que aparecen con la *E. squamata* la que coloca en sinonimia con la *E. mermeti* (ver discusiones al respecto págs. 11 y 12).

Hubach (1957, p. 102) dice que debe considerarse como





Cenomaniano superior el nivel de la *Exogyra mermeti* (= *Exogyra squamata*). Bürgl (1957) y Acosta (1960) le asignan la misma edad (cf. nivel de "EXOGYRA SQUAMATA" en Julivert, 1968).

Ujueta (1961, p. 36, fig. 2) encontró en la cantera de caliza La Siberia, al NE de Bogotá, niveles con *E. squamata*, estratigráficamente debajo de capas con *Calycoceras* sp., Ammonites que según Arkell *et al.* (1957) tiene una dispersión estratigráfica del Cenomaniano al Turoniano.

Campbell (1962, p. 19) menciona de capas cenomanianas que suprayacen la Arenisca de Une, al E de Bogotá (regiones Choachí-Munar) una fauna restringida a las siguientes especies:

Exogyra squamata d'Orbigny (abundante)

Ostrea aff. *sypfax* Cocuand.

Mantelliceras cf. *brazoense* Böse.

Diversos autores han asignado una edad Cenomaniano a las dos últimas formas (Royo y Gómez, 1940; Bürgl, 1957; Arkell *et al.* 1957).

Etayo (1968), con base en las faunas de cefalópodos encontradas encima y debajo de la Formación Churuvita (donde predomina la especie *E. squamata*) señala para esta formación una edad Cenomaniano.

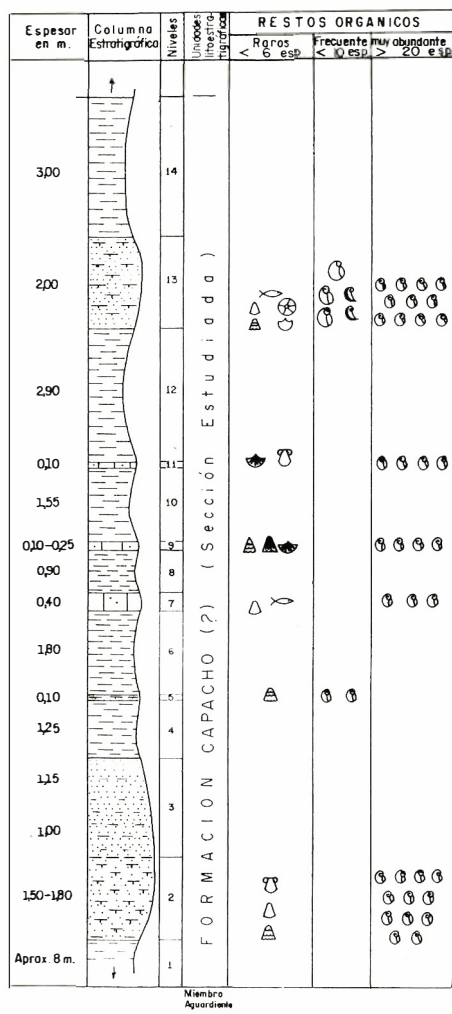
POSIBLE VALOR BIOESTRATIGRAFICO

En el municipio de Capitanejo, Departamento de Santander (fig.1) en la localidad que parece coincidir con aquella donde M. Boussingault recolectó las formas originales que d'Orbigny determinó como *Exogyra squamata* (la localidad tipo no está definida con precisión), la fauna es particularmente abundante en

todos los niveles calcáreos estudiados. Estos niveles están intercalados entre capas arcillosas y todo el conjunto hace parte de la Formación Capacho (?), (fig.3). En los ejemplares recolectados se han observado dos hechos interesantes.

- a) Formas grandes que corresponden a la especie de d'Orbigny (1842, p. 58, pl. IV, figs.12-15), asociadas con formas pequeñas. Estas formas grandes se encuentran únicamente en el nivel calcáreo más alto (nivel 13, fig. 3).

- b) Formas pequeñas en los cinco niveles calcáreos más bajos (2, 5, 7, 9, 11) y ausencia de formas grandes. Estos hechos, observados de manera similar en otras localidades de la Cordillera Oriental, v. gr. en Villa de Leiva, Departamento de Boyacá, han hecho pensar que esta variación morfológica, observada siempre en *sentido vertical*, sea valiosa bioestratigráficamente. Esto ha motivado el que se proponga aquí una subdivisión de la *Exogyra squamata* d'Orbigny en dos formas: *E. squamata squamata* d'Orbigny, para la forma grande y *E. squamata servitensis*, para la forma pequeña (fig.4). No obstante debe hacerse la salvedad de que se trata de una subdivisión meramente tentativa, como quiera que las características hasta ahora observadas no proporcionan bases suficientemente firmes para establecer una separación *s.str.*; además falta confirmar sus variaciones verticales y horizontales en algunas áreas de ocurrencia (fig.1). De todas maneras la autora no pretende desconocer el concepto biológico de subespecie y basa su diferenciación en conceptos puramente bioestratigráficos, teniendo en cuenta la opinión de autores tales como Blow (1967, p. 279) quien dice que los neontólogos pueden criticar a los paleontólogos por el mal uso del concepto *especie* o *subespecie*, en paleontología. Recuerda a los neontólogos que la primera consideración de un paleontólogo estratígrafo es el reconocimiento de intervalos bioestratigráficos para la correlación. Un paleontólogo estratígrafo por lo general sabe que sus unidades taxonómicas no representan necesariamente



CONVENCIONES

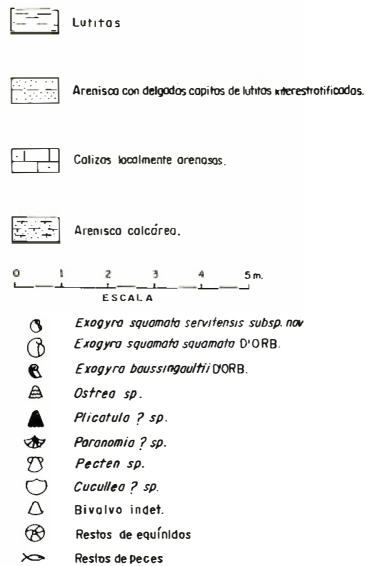


FIG. 3 COLUMNA ESTRATIGRAFICA DE LA SECCION ESTUDIADA DE LA FORMACION CAPACHO (?) EN EL ZANJON EL HORNITO, AREA DE CAPITANEJO

CAPITANEJO, SANTANDER

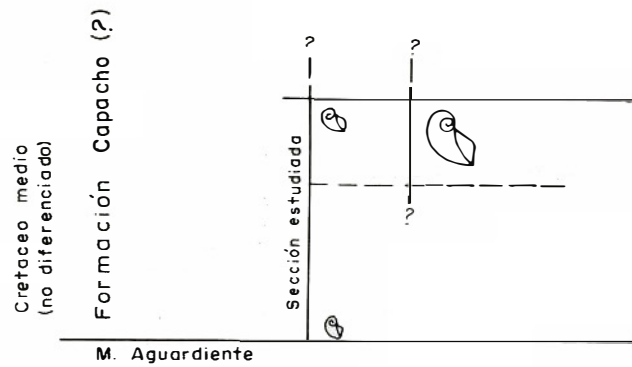


Fig. 4 – Dispersión vertical de la *Exogyra squamata* en el área de Capitanejo, Departamento de Santander. Forma grande, *Exogyra squamata squamata* D'ORBIGNY; forma pequeña, *Exogyra squamata servitensis*.

especies biológicas y que sólo se están reconociendo entidades morfológicas que tienen una persistencia reconocible en el tiempo y que pueden usarse en correlación bioestratigráfica.

En la literatura aparecen muchas referencias a la *E. squamata* d'Orbigny o *E. mermeti* Cocuand; sin embargo, no todas se pueden considerar en sinonimia s. str. pues la mayoría se reducen a simples citas de su nombre y de la unidad litoestratigráfica de donde procede. Al respecto se pueden mencionar los siguientes trabajos: Royo y Gómez, 1939, 1940, 1941, 1943, 1946, 1950; Hubach, 1957a, 1957b; Bürgl, 1958, 1959; Morales, 1958; De La Espriella, 1959b; Campbell, 1962; Renzoni, 1962; Etayo, 1968. Olsson, 1956, (p. 313) refiriéndose a la *E. squamata* d'Orbigny, dice que "Capitanejo es la localidad tipo de esta pequeña y lisa *Exogyra*". Solamente se encuentra ilustrada y/o descrita esta forma en d'Orbigny, 1842 (p. 58, pl. IV, figs. 12-15); Cocuand, 1869 (p. 131, pl. LII, figs. 10-12); Steinmann, 1930 (p. 144, fig. 175); Dietrich, 1938 (p. 88, lám. 16, figs. 5-6); Bürgl, 1957 (pl. XII, figs. 6-7); Ujueta, 1961 (p. 36, lám. 1, fig. 1); Willard, 1966 (pl. 17, fig. 1). En consecuencia, estas últimas referencias son las que se tendrán en cuenta en la lista de sinonimia dada más adelante (ps. 8 y 14).

La estratigrafía detallada de las diferentes unidades que contienen el género *Exogyra*, así como el estudio bioestratigráfico correspondiente, está actualmente en preparación.

ANTECEDENTES HISTORICOS

En el año de 1842 Alcide d'Orbigny (p. 58) describió la especie *Exogyra squamata* a partir de ejemplares recolectados por M. Boussingault en el Departamento de Santander. Infortunadamente en la descripción no se menciona el repositorio del material tipo. Puesto que en el Museo Nacional de Historia Natural de París se encuentra

la mayor parte del material que sirvió de base a las descripciones de d'Orbigny, se solicitó a dicho museo, información sobre el lugar donde se encuentran depositados el holotipo y demás tipos usados por d'Orbigny para definir la especie en cuestión, amén de cualesquiera otros informes adicionales que pudieran ser facilitados.

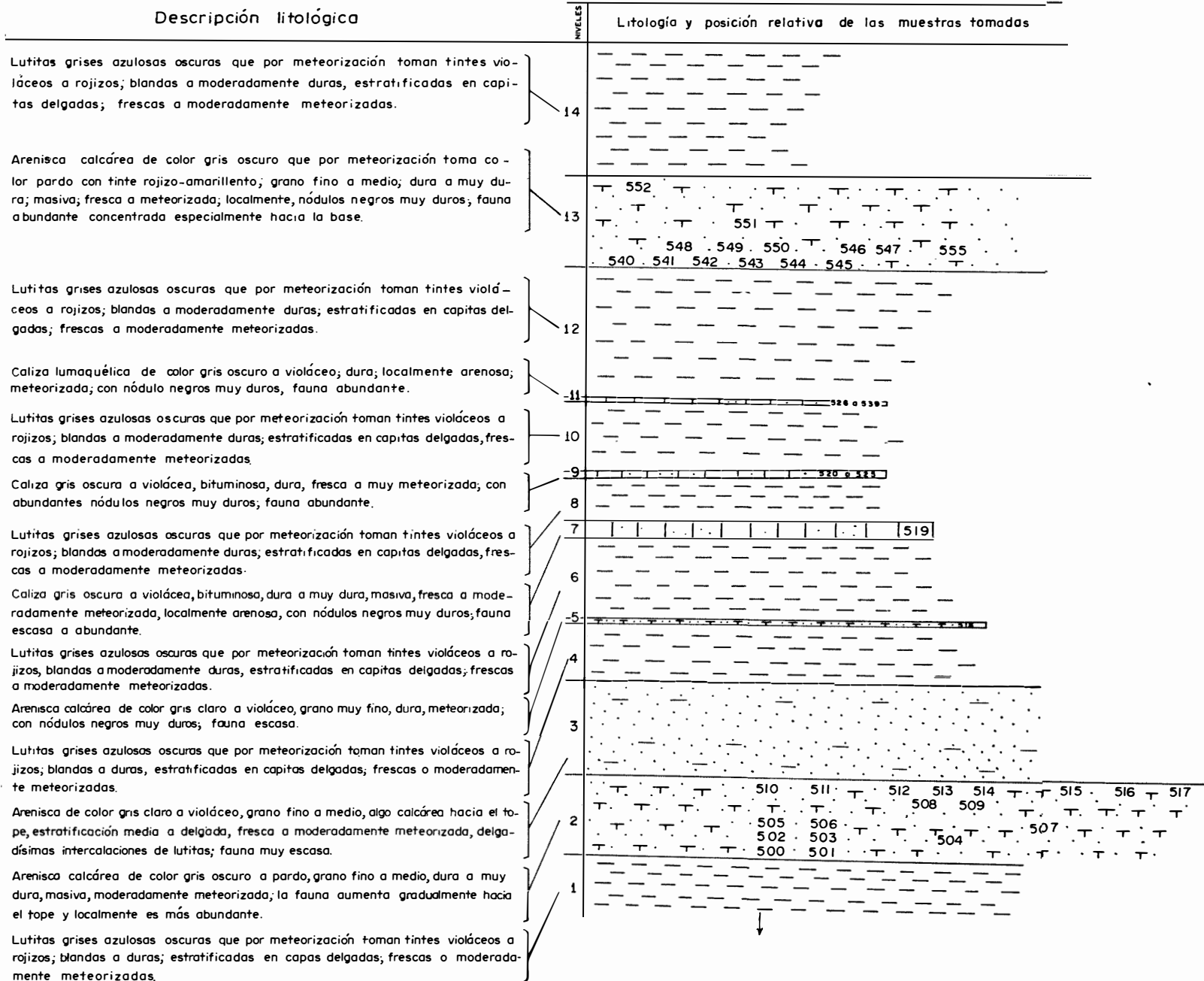
El Subdirector del Instituto de Paleontología y Jefe de la Sección de Invertebrados del Museo Nacional de Historia Natural de París, Dr. J. Sornay, envió la siguiente respuesta (1971): “J'ai fait des recherches pour savoir ou était le type de *Exogyra squamata* d'Orb. Malheureusement, je n'ai rien pu savoir de précis. Le type n'est pas dans la collection d'Orbigny et n'y a jamais été. Il se trouve dans la collection Boussingault et avait été confié pour étude a d'Orbigny par Alexandre Brongniart. Mais j'ignore où se trouve la collection Boussingault”.

MÉTODOS DE TRABAJO

En este trabajo se ha usado la nomenclatura estratigráfica de la Concesión Barco (Departamento de Norte de Santander) según la revisión hecha por Richards (1968). El uso de esta nomenclatura en el área de Capitanejo es aún provisional mientras se concluye un estudio estratigráfico actualmente en preparación.

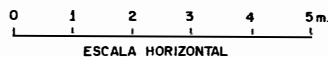
En la recolección de las muestras fosilíferas se tuvieron en cuenta factores comunes como abundancia de fósiles, distribución y disposición de los mismos respecto de otros y de la estratificación. A continuación se representa en forma de esquema la posición relativa de las muestras (fig.5).

Las muestras recolectadas fueron sometidas en el laboratorio a métodos comunes de preparación. Se lavaron con agua, detergente y cepillo y los ejemplares se extrajeron de la matriz con



FORMACION CAPACHO (?)

Fig. 5 - Esquema sobre la posición relativa de las muestras tomadas a lo largo del zanjón El Hornito, área de Capitanejo.



utencilios tales como martillos, cinceles, etc.

En lo que respecta a la labor fotográfica, los especímenes ilustrados se cubrieron con una película de cloruro de amonio.

ESTRATIGRAFIA

Probablemente en el área de Capitanejo, Departamento de Santander (Cuadrángulo I-13) la unidad estratigráfica que contiene los niveles calcáreos ricos en *Exogyra squamata*, es equivalente a la Formación Capacho (*sensu* Richards, 1968). Esta unidad se halla inmediatamente debajo de las liditas de la Formación La Luna y descansando sobre los potentes bancos de las Areniscas del Aguardiente (fig. 6). Richards (1968, p. 2330) sostiene que en el área Barco, la Formación Capacho fué denominada erróneamente Formación Cogollo por Notestein *et al.* (1944).

Se levantó una columna estratigráfica en la localidad de Capitanejo, a lo largo del zanjón El Hornito, antiguo cauce de una quebrada que desembocaba en el río Servitá por su orilla izquierda.

Se encontraron seis niveles calcáreos que contienen la especie *Exogyra squamata* de los cuales tres, son calizas lumaquéllicas, localmente arenosas (niveles 7, 9, 11) y tres, areniscas calcáreas (niveles 2, 5, 13) (fig.3). Estos niveles calcáreos están intercalados entre capas arcillosas, exceptuando un nivel arenoso, inmediatamente encima del primer nivel calcáreo. Entre el primero y el último nivel calcáreo (niveles 2 y 13, fig.3) se midió un espesor aproximado de 15 m. Estos dos tienen cada uno aproximadamente 2 m de espesor, mientras que el de los intermedios fluctúa entre 10 y 40 cm. El espesor de los niveles calcáreos en conjunto representa el 32 % del espesor considerado (15 m).

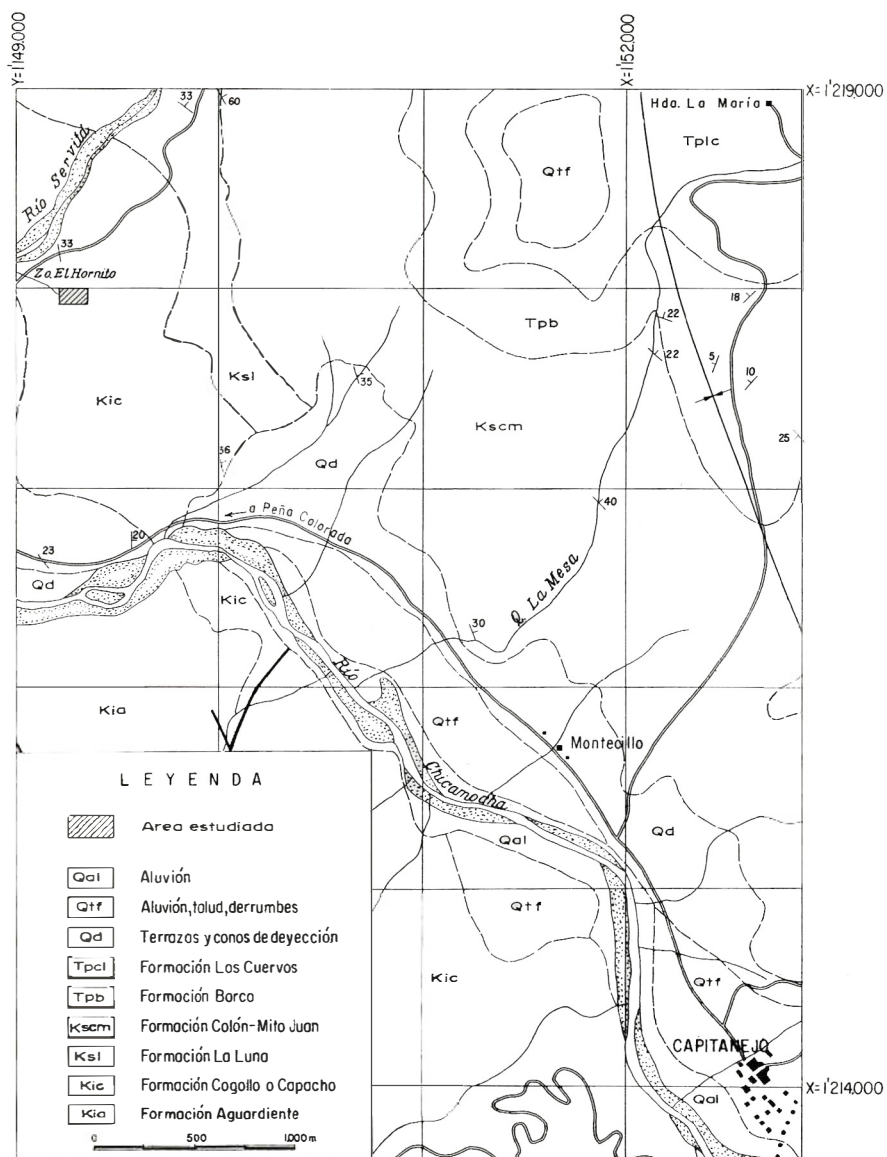


Fig.-6

GEOLOGÍA DE LOS ALREDEDORES DE CAPITANEJO (según: Noel Téllez; Dirección Regional Bucaramanga, INGEOMINAS) Y LOCALIZACIÓN APROXIMADA DEL AREA DONDE SE ESTUDIO LA SECCION

Las lutitas basales (nivel 1, fig.3) no pudieron medirse por estar cubiertas en su mayor parte de derrubios y vegetación.

La sección estudiada corresponde más o menos a los primeros 26m de la Formación Capacho (?), la cual tiene en el área de Capitanejo un espesor aproximado de 300 m, según Noel Téllez (información verbal). No se midió sino esta porción por ser la que contiene los niveles calcáreos en los cuales se presenta la *Exogyra squamata*.

TAXONOMIA

Filum **MOLLUSCA**

Clase *BIVALVIA*

Orden **PTERIOIDA**

Familia **OSTREIDAE** Rafinesque, 1815

Género *Exogyra* Say, 1820

Exogyra squamata squamata d'Orbigny

LAMINA 1, Figura 1

Sinonimia

1842 *Exogyra squamata* d'Orbigny. . . . d'Orbigny, Coquilles et Echinodermes Fossiles de Colombie, p. 58, pl. IV, figs. 12-15.

1869 *Exogyra mermeti* (Cocuand). . . . Cocuand, Monographie du Genre Ostrea, p. 13, pl. LII, figs. 10-12.

- 1930 [non] *Exogyra mermeti* (Cocuand). . . . Steinmann, Geología del Perú, p. 144, fig. 175.
- 1938 *Exogyra squamata* d'Orbigny. . . . Dietrich, Est. Geol. Paleont. Cordillera Oriental Colombia, part. 3, p. 88, fig. 5.
- 1957 *Exogyra* aff. *squamata* d'Orbigny. . . . Bürgl, Bol. Geológico, Vol. V, No. 2, p. 124, pl. XII, fig. 7.
- 1961 *Exogyra squamata* d'Orbigny. . . . Ujueta, Bol. Geológico, Vol. IX, Nos. 1-3, p. 36, lám. 1, fig. 1.
- 1966 [non] *Exogyra mermeti* (Cocuand). . . . Willard, The Harvey Bassler Collection of Peruvian Fossils, pags. 22, 26, 52, 56, pl. 17, fig. 1.

Diagnosis y descripción original (d'Orbigny, 1842, p. 58).-

“*E. testâ convexâ, rotundatâ, laevigatâ, unco contorso, oblicuo; valvâ inferiore convexâ, elevatâ, laevigatâ; valvâ superiore convexiusculâ, subcomplanatâ, squamatâ.*”

Dimensions: Hauteur . . . 38 millimètres.
 Largeur. . . . 29 ”

Coquille très inéquivalve, très bombée. Valve inférieure convexe, élevée, fortement contournée en arrière en un crochet subspiral assez détaché, lisse ou seulement marquée de lignes d'accroissement très faibles. Valve supérieure ronde, operculaire, à peine un peu convexe, pourvue de quelques lignes d'accroissement, et, en outre, de petites écailles imbriquées des plus régulières, qui forment à sa superficie des lignes concentriques des plus élégantes et en font une espèce des plus remarquable.” (lám.6 , fig. 1).

Nueva descripción.- Concha muy inequivalva. Valva izquierda o inferior mucho más grande que la derecha, inequilátera, fuertemente convexe, ornamentada por débiles líneas de crecimiento

que convergen hacia el umbo, el cual es bastante desprendido, subspiral y dirigido hacia atrás (opistogiro). Valva derecha o superior, equilátera, circular, semiconvexa a fuertemente convexa, opercular; está ornamentada por pequeñísimas escamas imbricadas y muy regulares, que forman líneas concéntricas, característica que da su nombre a la especie. El umbo es pequeño y forma una espira casi imperceptible.

El borde de las valvas es liso, el tipo de charnela es claramente disodonto. La impresión muscular no se ha visto.

Dimensiones: Las dimensiones obtenidas del neotipo son:

altura (diámetro umbo-paleal)	36 mm
anchura (diámetro antero-posterior)	27 mm
espesor	19 mm

Se midieron 15 ejemplares cuyas dimensiones varían en la siguiente forma:

altura	33 - 51 mm	
anchura	22 - 35 mm	
espesor	19 - 20 mm	(medida tomada únicamente en cuatro especímenes).

El grosor promedio de la concha es de 2 mm hacia sus bordes y de 4 mm hacia la región umbonal.

Discusiones.- d'Orbigny (1842, p. 58) observa que la *E. squamata*, por su forma abombada y sus lados inequivalvos se parece mucho a la *E. columba*; pero que se distingue de ella por su forma menos dilatada, por la falta de sinus lateral y sobre todo, por las escamas de que está formada su valva superior.

La *E. columba* Deshayes, según dibujos en Meléndez (1957, p. 1044) y en Denizot & Labrosse (1943, p. 19), dibujos

que parecen poco fieles, difiere de la *E. squamata* por su mayor anchura, por tener plana su valva derecha, por la forma adelgazada del umbón y su posición más cercana a la concha. La *E. columba* (Lamarck), de acuerdo a la figura y datos aportados por Jourdy (1924, p. 73) se distingue de la *E. squamata* por su mayor anchura, por la típica forma columbina del umbo y por la presencia de costillas radiales, aunque el último factor no es constante.

También se puede establecer comparación con la *E. columbella* Meek (White, 1884, p. 304; Adkins, 1928, p. 115, Shimer & Shrock, 1944, p. 397; Stephenson, 1952, p. 77) la cual presenta un diámetro anteroposterior mucho mayor, un umbo de menor tamaño y muy cercano a la concha. En cuanto a la ornamentación de la valva izquierda, difiere también, por presentar costillas radiales débiles o relativamente gruesas. En cambio la ornamentación de la valva derecha es muy semejante a la de la *E. squamata*, si bien difieren las valvas por ser convexa en la última especie y generalmente cóncava en la primera.

La autora está de acuerdo con las opiniones de Slagintweit (1911, p. 112 en Royo y Gómez, 1940) y Royo y Gómez (1940, p.4) sobre la equivalencia de las especies *E. squamata* y *E. mermeti*. Cocuand (1869, p. 131, pl. LII, figs. 10-12) da la siguiente descripción de la *E. mermeti* (denominada por él "*Ostrea Mermeti*"): Concha exogyriiforme, ovalada, regular y constante en su forma, casi tan alta como ancha. Valva superior ligeramente abombada, con umbo contorneado; adornada con estrías concéntricas regulares y muy cercanas las unas de las otras. Valva inferior muy convexa, lisa, adherente por el umbo, umbón muy saliente, fuertemente recurvado y espiral. Observa, además, que esta especie se distingue de la "*O. columba*" por su umbo más desprendido, más elevado y por sus contornos angulosos. Esta especie la describe Cocuand de Africa, asignándole una edad Carentoniano (una de las antiguas subdivisiones del Cenomaniano).

Al comparar la descripción anterior con la de d'Orbigny,

sobre la *E. squamata*, no se nota ninguna discrepancia que justifique su separación específica. Sin embargo, al observar las ilustraciones respectivas se nota cierta variación, característica ésta que suele presentarse cuando se posee una colección de varios ejemplares. Pero debe tenerse en cuenta que las ilustraciones nombradas son *dibujos* de un solo individuo (colombiano en el caso de la *E. squamata* y africano, en el caso de la *E. mermeti*) lo cual explicaría su diferencia.

Ahora bien, si se observa la variabilidad entre el neotipo y paratipos ilustrados en el presente trabajo y se tiene en cuenta este factor al intentar la comparación con la *E. mermeti*, la analogía que resulta permite evidenciar la sinonimia entre las dos especies. En consecuencia y de acuerdo con las reglas de nomenclatura, el nombre de la *E. mermeti* Cocuand, 1869 no sería válido ya que el de la *E. squamata* d'Orbigny, 1842 tiene prioridad.

Campbell (1962, p. 20) dice que la *E. squamata* se confunde fácilmente con la *E. delettei*, la que se extiende a través del Coniaciano, especialmente cuando se consideran especímenes mal conservados. Infortunadamente no se dispone de la descripción y figura original de esta especie; tan sólo los comentarios al respecto de Jourdy (1924, p. 77) según los cuales la *E. delettei* (Cocuand) es una forma del Cenomaniano de Africa que presenta mucha variabilidad y que probablemente es sinónima de otras especies.*

Tipos.- El neotipo, identificado con el número DGP-14-553/2, junto con los paratipos y el resto de material original (muy abundante) se depositó en la colección del Museo del Instituto de Investigaciones Geológico-Mineras (INGEOMINAS). Este material fué recolectado por la autora en Mayo de 1971. Las letras DGP corresponden a las iniciales de la autora.

*

Se han insertado en las láminas 7 y 8, las figuras de la *E. columba*, *E. columbella* y *E. mermeti*, para facilitar al lector las comparaciones.

Procedencia.- d'Orbigny, 1842 (p. 58) dice que M. Boussingault recogió esta especie cerca del río Capitanejo, uno de los afluentes del río Suárez y por consiguiente del Magdalena, en la Provincia del Socorro, en un calcáreo compacto, negruzco, formado por estas conchas, las cuales son muy difíciles de extraer. Se encuentra en dicha roca, en el estado de moldes o con su concha. M. Boussingault la encontró también en Cágota de Matanza.

Nueva localidad tipo.- La *Exogyra squamata squamata* d'Orbigny se encuentra en una arenisca calcárea (nivel 13, fig.3) de color gris oscuro en superficie fresca y que toma, por meteorización, un color pardo con tinte rojizo amarillento bien marcado. Esta capa calcárea de 2 m de espesor se encuentra interestratificada entre dos capas arcillosas. La fauna, regularmente conservada, está concentrada hacia la base, de tal manera que los primeros 80-115 cm constituyen una lumaquela; el resto es una arenisca calcárea con fauna muy escasa y casi imposible de extraer. La *E. squamata squamata* se encuentra asociada en primer lugar con la *E. squamata servitensis*; estas dos formas constituyen el elemento faunístico predominante en la arenisca calcárea en cuestión (figs. 3 y 7). Está asociada también con la *E. boussingaultii* d'Orbigny, algunas *Ostrea* y otros tipos de bivalvos (muy escasos y muy mal conservados).

La nueva localidad tipo está situada en un punto del zanjón El Hornito, a una distancia aproximada de 165 m de la carretera Miranda - Capitanejo. Dicho zanjón se encuentra a 6.800 m del Municipio de Capitanejo y a 800 m de la Escuela de Playa Grande en la Vereda La Playa, Provincia de García Rovira, Departamento de Santander (antigua Provincia del Socorro), Cuadrángulo I-13, Cordillera Oriental (figs. 1 y 6).

El zanjón El Hornito es el cauce de una antigua quebrada (probablemente el río Capitanejo de que habla d'Orbigny) la cual desembocaba en el río Servitá por su orilla izquierda. El Servitá es afluente del río Chicamocha, el cual toma más al NW el nombre de río Sogamoso y va a verter sus aguas al Magdalena.

Posición estratigráfica.- Nivel 13 (fig. 3). Parte inferior de la Formación Capacho (?).

Edad.- Cretáceo medio.

Exogyra squamata servitensis

LAMINA 4, Figura 1.

Sinonimia

1938 *Exogyra squamata* d'Orbigny. . . . Dietrich, Est. Geol. Paleont. Cordillera Oriental Colombia, part. 3, p. 88, fig. 6.

1957 *Exogyra squamata* d'Orbigny. . . . Bürgl, Bol. Geológico, Vol V, No. 2, p. 124, fig. 6.

Descripción.- Concha muy inequivalva. Valva izquierda mucho más grande que la derecha, inequilátera, fuertemente convexa, ornamentada por líneas de crecimiento que convergen hacia el umbo, marcadamente opistogira y con umbo subspiral bastante desprendido; valva derecha equilátera, circular, semiconvexa a fuertemente convexa, opercular, superficie ornamentada por pequeñísimas escamas imbricadas y muy regulares que forman líneas concéntricas. Posee un pequeñísimo umbo cuya espira es casi imperceptible. El borde de las valvas es liso, el tipo de charnela es claramente disodonto. La impresión muscular no se ha visto, a pesar de contar con algunos ejemplares que muestran el interior de la concha. Sin embargo, se ha observado en algunos moldes de ejemplares de otra localidad (Villa de Leiva, Boyacá) y así se sabe que tiene una forma más o menos globular y ocupa una posición excéntrica.

Dimensiones: Las dimensiones del holotipo son:

altura 26 mm
 anchura 19 mm
 espesor 17 mm

Se midieron 24 ejemplares cuyas dimensiones varían en la siguiente forma:

altura 18 - 28 mm
 anchura 14 - 21 mm
 espesor 10 - 16 mm (medida tomada únicamente en 11 ejemplares).

Formas juveniles presentan dimensiones que varían así:

altura 9 - 16 mm
 anchura 6 - 13 mm
 espesor 9 mm (medida tomada únicamente en 2 ejemplares).

El grosor promedio de la concha es de 1 mm hacia sus bordes y de 3 mm hacia la región umbonal.

Discusiones.- La *E. squamata servitensis* se diferencia de la *E. squamata squamata* únicamente por su menor talla; se asemeja a la *E. columba* (Lamarck) Basse (1933, p. 12, pl. II, fig. 2) pero se distingue de ella por el mayor tamaño del umbo y su posición más alejada de la concha. Debe notarse que en el espécimen figurado por Basse la concha está desgastada y su valva derecha está ausente.*

Tipos.- El holotipo, señalado con el número DGP-14-547/ 1 se ha depositado, junto con los paratipos y demás material original (muy abundante) en la colección del Instituto de Investigaciones Geológico-Mineras (INGEOMINAS). Dicho material fué recolectado

* El nombre *servitensis*, se deriva del río Servitá, que en la región constituye un elemento geográfico notable.

por la autora en Mayo de 1971. Las letras DGP corresponden a sus iniciales.

Localidad tipo.- La *Exogyra squamata servitensis* se encuentra distribuída en abundancia en estratos calcáreos, areniscas o calizas lumaquélicas, estratificadas entre capas arcillosas (fig.3). Está asociada con algunos representantes del género *Ostrea* y de otros tipos de bivalvos; con *E. squamata squamata* y *E. boussingaultii* sólo en el nivel calcáreo más alto (fig.3). Estos niveles están localizados en un punto del zanjón El Hornito, a una distancia aproximada de 165 m de la carretera Miranda - Capitanejo. Dicho zanjón se encuentra a 6.800 m del Municipio de Capitanejo y a 800 m de la Escuela de Playa Grande, en la Vereda La Playa, Provincia de García Rovira, Departamento de Santander (antigua Provincia del Socorro), Cuadrángulo I-13, Cordillera Oriental (figs. 1 y 6).

Posición estratigráfica.- Nivel 13 (fig. 3). Parte inferior de la Formación Capacho (?).

Edad.- Cretáceo medio.

CONCLUSIONES

En la sección estudiada, la fauna de los niveles calcáreos es muy abundante y está formada casi exclusivamente por la especie *Exogyra squamata* (fig. 7). La *E. squamata squamata* forma grande se encuentra sólo en el último nivel calcáreo de la columna levantada (nivel 13, fig. 3). *E. boussingaultii* d'Orbigny es frecuente solo en el nivel 13 (fig. 3); no fué observada en los niveles inferiores. Otras formas de bivalvos como *Ostrea* sp., *Paranomía* sp., *Plicatula* sp., *Alectryonia?* sp., *Pecten* sp., *Cucullaea?* sp. son raras o muy raras y con frecuencia están mal conservadas. Se encontró un solo

CARTA DE DISPERSION		LITOLOGIA							
		arenisca calcárea	arenisca calcárea	caliza localmente arenosa	caliza	caliza lumaqueliica	arenisca calcárea		
Localidad: Capitanejo, Santander		EPOCA: Cretáceo medio							
Sección: Formación Capacho (parte inferior.)		NIVEL							
Convenciones		MUESTRA							
•	Muy raro (1 ejemplar)	2	5	7	9	11	13		
\	Raro (2-5 ejemplares)	505	518	519	524	527	541		
x	Frecuente (6-10 ejemplares.)								
▲	Abundante (10-20 ejemplares.)								
■	Muy abundante (>20 ejemplares)								
<i>Exogyra squamata squamata</i> D'ORBIGNY forma grande							▲		
<i>Exogyra squamata servitensis</i> forma pequeña		■	▲	■	■	■	■		
<i>Exogyra boussingaultii</i> D'ORBIGNY							x		
<i>Ostrea cf. abrupta</i> D'ORBIGNY							•		
<i>Ostrea sp.</i>		•	\		•		\		
<i>Paranomia sp.</i>					•	•			
Bivalvos ident.				\			\		
Vértebras de peces				x					
Dientes de peces				\					
<p>Nota: Las muestras consideradas en esta carta de dispersión, fueron las más representativas de cada nivel.</p>									

Fig. 7

resto de equínido, algunos pocos dientes y vértebras de peces y, en una sola muestra (DGP-519) escasos restos de embriones de amonitas. No se observaron restos de gasterópodos.

Los estratos arcillosos, entre los cuales están intercalados los niveles calcáreos, no contienen macrofauna. En la arenisca, ligeramente calcárea, depositada encima del primer nivel calcáreo (nivel 3, fig. 3) se encontraron algunos restos de bivalvos muy mal conservados y distribuidos en forma esporádica.

Al observar la fauna en conjunto, se nota por lo general, cierta orientación aproximadamente paralela a los planos de estratificación, característica que desaparece al observar individualmente la fauna.

No es frecuente observar valvas articuladas; en cambio se nota un gran predominio de valvas izquierdas, de lo cual podría colegirse que hubo un transporte, en especial de las valvas derechas, que por su menor tamaño y forma circular, pudieron ofrecer menor resistencia a la corriente. La suposición de que hubo un transporte, si bien corto, queda reforzada por la disposición irregular de las conchas, por el hecho de encontrarse unas sobre y aún dentro de otras y por las características propias de la roca, la cual con frecuencia tiene aspecto brechoso o incluso, constituye una brecha conchífera o una lumaquela. Es conveniente hacer notar que la acumulación masiva de las conchas (unas sobre otras o incluidas dentro de otras) y la fuerte adhesión a ellas de material de roca, que impidió en la mayoría de los casos su remoción, no permitió observar siempre la presencia o ausencia de las dos valvas; además, estos hechos dificultaron no sólo la medición de gran número de individuos, sino la preparación de la fauna. Con frecuencia los especímenes se fragmentaban cuando se trataba de obtener mayores caracteres visibles; y, como cosa curiosa, la concha muchas veces se separaba del molde (lám. 3, fig. 3). De todas maneras esta acumulación masiva de las conchas, refleja el hábito de agrupación que tienen los Ostreidos y su típica costumbre de adherirse a un

objeto extraño o a otra concha.

En los ejemplares estudiados se observa variabilidad en cuanto a su morfología: Individuos más alargados que otros; valvas con mayor o menor convexidad; especímenes que adoptan formas aproximadamente triangulares, cuadrangulares y aún, en casos muy poco frecuentes, casi cuadradas (láms. 1, 2, 4 y 5). Se notó además que algunos especímenes habían sufrido cierta deformación, lo que en consecuencia, repercutía en su morfología. Es interesante señalar que los representantes de la *E. squamata servitensis* en los niveles calcáreos más bajos de la sección estudiada, presentaron una ornamentación más nítida — las líneas del crecimiento de la valva izquierda son más marcadas — que aquellos de los niveles calcáreos más altos.

La ornamentación de la valva derecha es observable sólo en algunos individuos; por lo general, ha desaparecido o el material de roca está tan fuertemente adherido que en la mayoría de los casos es imposible de remover. El umbo, a veces está roto o comprimido; en ocasiones, toda la región umbonal se encuentra aplastada e incluso hundida, debido a un fuerte contacto en esa región, generalmente, con otro individuo (lám. 3, fig. 5; lám. 5, figs. 1, 2, 3, 4, 5, 20 y 22).

Como es bien conocido por todos, la *Exogyra* es una forma de agua marina somera que por lo general se le considera como habitante de aguas de mayor salinidad y profundidad que las habitadas por las *Ostrea* de concha gruesa (Bergquist & Cobban, 1957, p. 871). Las *Exogyras*, según Jourdy (1924) vivieron en un ambiente sublitoral mostrando cierta preferencia por los fondos lodosos en los lugares donde las corrientes son activas. Sin embargo, la fauna estudiada en el presente trabajo, compuesta casi exclusivamente de *Exogyras* livianas de concha delgada sugeriría un ambiente relativamente profundo y tranquilo; esta suposición se fortalece por la ausencia de estratificación cruzada, que en opinión de Stephenson (1933) indica aguas lo suficientemente profundas

para que las olas y corrientes puedan perturbar la fauna en el fondo del mar.

En la sección estudiada llama la atención el hecho de que a medida que la facies se vuelve más arenosa, el porcentaje faunístico va disminuyendo lo que podría indicar un cambio ambiental que estaría controlando la ocurrencia de *Exogyras*.

La separación de la *E. squamata* en dos formas (forma grande y forma pequeña) como se dijo anteriormente, es puramente tentativa y basada no sólo en la diferencia de tallas sino principalmente en el concepto estratigráfico. Sin embargo, no se desatiende la opinión de algunos autores sobre las asociaciones de individuos pequeños, cuya validez para el presente caso se discutirá a continuación. Cloud (1948, en Ager, 1963, p. 41) señala que hay tres maneras según las cuales podrían efectuarse las asociaciones de pequeños especímenes:

1. Verdadera falta de crecimiento debido a retraso fisiológico del crecimiento por varios factores. En conjuntos fósiles se contaría con una asociación natural de grupos de diversas edades, pero en este caso los adultos no habrían alcanzado el tamaño adulto promedio.
2. Concentraciones de especímenes inmaduros debido a factores ambientales que producen una duración máxima de vida deficiente o, excepcionalmente, una alta mortalidad infantil. En otras palabras, podríamos tener una asociación natural de formas que son pequeñas porque murieron jóvenes. Este último caso es discutido por Vokes (1948) respecto a una fauna del Cenomaniano de Maryland, Estados Unidos. Vokes explicó que el tamaño pequeño de las ostras en dicha fauna se debía probablemente a la finura del substrato limoso y a la ausencia de formas de concha grande u otro material al cual las ostras podrían adherirse. Entonces, los animales al ser rápidamente cubiertos por el lodo, murieron antes de que

pudieran alcanzar un tamaño grande.

Si estos casos se hubieran presentado en la sección estudiada en las capas inferiores al nivel 13 (ver fig. 3), se originaría la pregunta de por qué no se encontró ni siquiera un espécimen de tamaño grande en dichas capas y en equivalentes horizontales de otras áreas no mencionadas en este trabajo.

3. Concentraciones de especímenes pequeños seleccionados mecánicamente, debido a simple segregación por movimientos del agua u otro agente que deja los individuos grandes en un lugar y los pequeños en alguna otra parte.

Este caso no se presenta en la sección estudiada.

Es muy importante la conclusión a la que llegó Jourdy (1924, p. 73-75) en su estudio sobre la *E. columba* (Lamarck) por su similitud con el caso de la *E. squamata*. Dice que la gran cantidad de ejemplares recogidos le permitieron constatar una relación entre las diversas formas de la *E. columba* y sus habitats. Que la variedad *minor* puebla las regiones neríticas o coralígenas de la base del Cenomaniano. Que la variedad *intermedia*, que es la más frecuente, puebla la zona de las "Marnes a Ostracés" del Cenomaniano superior. Y que la variedad gigante (*major*) se encuentra en las cretas del Turoniano junto con los grandes *Inoceramus* (lám. 8).

Se ve entonces, que estas tres variedades diferenciables morfológica y estratigráficamente, pueden constituir en forma clara tres subespecies distinguibles desde el punto de vista bioestratigráfico.

Aunque en el caso de la *E. squamata* faltan todavía datos suficientes para establecer una analogía con las tres formas de la *E. columba*, las observaciones en la sección estudiada (sección tipo) y regionalmente a lo largo de la Cordillera Oriental, permiten esperar

que la situación sea similar tanto en evolución morfológica como en el intervalo comprendido por esta evolución:

E. squamata servitensis, forma pequeña, encima de niveles con amonitas de edad Albiano.

E. squamata, forma transicional, bioestratigráficamente no localizada pero si observada (ver lám. 3).

E. squamata squamata, forma grande, en los niveles altos del Capacho (?) y debajo de capas con amonitas de edad Turoniano - Coniaciano de la Formación La Luna.

AGRADECIMIENTOS

La autora desea expresar aquí sus más sinceros agradecimientos al doctor Hermann Duque Caro por su dirección, valiosas sugerencias y constante apoyo durante todo el tiempo de elaboración de este trabajo. Al doctor Noel Téllez por sus conceptos sobre los problemas geológicos de la región estudiada y por su gentileza al colaborar con los mapas correspondientes. También a los doctores Erle G. Kauffman, Fernando Etayo S. y al Reverendo Padre Carlos E. Acosta, por la lectura del manuscrito y las útiles críticas al respecto, lo mismo que a los doctores Alberto Sarmiento Alarcón y Alberto Alvarez O. por su valiosa ayuda en la revisión del manuscrito. Esta gratitud es extensiva al personal de los Departamentos de Fotomecánica y Dibujo por su eficaz colaboración en la preparación de las láminas y figuras que ilustran el presente trabajo.

BIBLIOGRAFIA

- Acosta, C.E., 1960.- Estratigrafía de García Rovira. *Boletín de Geología*, Univ. Ind. Santander, n. 5, ps. 33-40, 1 fig., Bucaramanga.
- Adkins, W.S., 1928.- Handbook of Texas Cretaceous Fossils. *Univ. Texas Bull* 2838, 385 ps., Texas.
- Ager, D.V., 1963.- Principles of Paleoecology. 371 ps., Londres.
- Arkell, W.J., Kummel, B. & Wright, C.W., 1957.- Mesozoic Ammonoidea, en *Treatise on Invertebrate Paleontology*, parte L, Cephalopoda, Ammonoidea, ps. L 80 - L 490.
- Basse, E., 1932.- Faune Malacologique du Crétacé Supérieur du Sud-Ouest de Madagascar. *Annales de Paléontologie*, T. XXI, ps. 91-168, 9 pls.
- Bergquist, H.R. & Cobban, W.A., 1957.- Mollusks of the Cretaceous, en *Treatise on Marine Ecology and Paleoecology*. *Geol. Soc. Amer. Mem.* 67, ps. 871-884.
- Bürgl, H., 1955.- Algunas amonitas interesantes de la Colección Shell-Condor. *Serv. Geol. Nal.* Inf. No. 1080 (inédito), 10 ps., Bogotá.
- _____, 1957.- Biostratigrafía de la Sabana de Bogotá y sus alrededores. *Bol. Geológico*, Vol. V, No. 2, ps. 113-185, 19 pls., 1 mapa, Bogotá.

- Bürgl, H., 1958.- Geología de los alrededores de Subachoque, Cundinamarca. *Serv. Geol. Nal. Inf. No. 1264* (inédito), 30 ps., 3 pls., Bogotá.
- _____, 1959.- Apuntes sobre la Estratigrafía de los alrededores de Neiva, Huila. *Inst. Geol. Nal. Inf. No. 1318* (inédito), 18 ps., 1 fig., Bogotá.
- Campbell, C.J., 1962.- A guide book describing a section through the Cordillera Oriental of Colombia between Bogotá and Villavicencio. *Col. Soc. Ptr. Geol. Geoph.*, IV Annual Field Conference, 29 ps., 1 mapa, Bogotá.
- De La Espriella, R., 1959a.- Investigaciones sobre Carbón en el límite Albiano-Cenomaniano del Sureste de Bogotá. *Serv. Geol. Nal.*, Inf. No. 1350 (inédito), 10 ps., 4 figs., Bogotá.
- _____, 1959b.- Investigaciones sobre caliza al Oriente de la Sabana de Bogotá. *Bol. Geológico*, Vol. VII, Nos. 1-3, ps. 27-60, 5 figs., Bogotá.
- Denizot, G. & Labrosse, 1943.- Fossiles Jurassiques et Crétaciques. *Petit Atlas des Fossiles*, fascicule II, París.
- Dietrich, W.O., 1938.- Lamelibranquios cretácicos de la Cordillera Oriental. *Est. Geol. Paleont. Cord. Oriental, Colombia, Minist. Ind. Trab., Dpto. Min. Petr.*, part. 3, ps. 81-108, 8 lams., Bogotá.
- D'Orbigny, A., 1842.- Coquilles et Echinodermes Fossiles de Colombie, recueillis par M. Boussingault, 65 ps., 6 pl., París.
- Etayo, S., 1964.- Posición de las Faunas en los depósitos cretácicos Colombianos y su valor en la subdivisión cronológica de los mismos. *Boletín de Geología*, Univ. Ind. Santander,

Nos. 16-17. 142 ps., 8 figs., Bucaramanga.

Etayo, S., 1968.- El sistema Cretáceo en la región de Villa de Leiva y zonas próximas. *Geología Colombiana*, No. 5, ps. 5-74, 18 figs., Bogotá.

Hubach, E., 1957a.- Estratigrafía de la Sabana de Bogotá y alrededores. *Bol. Geológico*, Vol. V, No. 2, ps. 93-112, 1 mapa, Bogotá.

_____, 1957b.- Contribución a las Unidades Estratigráficas de Colombia. *Inst. Geol. Nal.*, Inf. No. 1212 (inédito), 166 ps., Bogotá.

Jourdy, E., 1924.- Histoire Naturelle des Exogyres, *Annales de Paléontologie*, tome 13, fasc. 1-2, ps. 1-104, 11 pls., París.

Julivert, M., 1968.- Lexique Stratigraphique Amérique Latine, Colombie, Vol. V, fascicule 4a, parte 1, 650 ps., 27 figs., 14 cuadros, París.

Meléndez, B., 1957.- Paleontología, en *Diccionario de Geología y Ciencias Afines*, Tomo II, España.

Morales, L.G., *et al*, 1958.- General Geology and Oil occurrences of Middle Magdalena Valley, Colombia. *Habitat of Oil, Symposium Am. Ass. Petr. Geol.*, ps. 241-695, 29 figs., Tulsa (copia mimeografiada).

Olsson, A.A., 1956.- Colombia, en Jenks, W.F., *et al*, Handbook of South American Geology. *Geol. Soc. Amer. Mem.* 65, ps 293-326, New York.

Renzoni, G., 1962.- Apuntes acerca de la Litología y Tectónica de de la Zona al Este y Sureste de Bogotá. *Bol. Geológico*, Vol. X, Nos. 1-3, ps. 59-79, 1 mapa, Bogotá.

- Royo y Gómez, J., 1939.- Informe provisional sobre los yacimientos fosilíferos de Bogotá-Villavicencio. *Inst. Geol. Nal.*, Inf. No. 306 (inédito), 12 ps., Bogotá.
- _____, 1940.- Adiciones y rectificaciones al informe provisional sobre los yacimientos fosilíferos de Bogotá a Villavicencio. *Inst. Geol. Nal.*, Inf. No. 307 (inédito), 7 ps., Bogotá.
- _____, 1941.- Estudio Paleontológico de los yacimientos ferríferos del Norte de Cundinamarca. *Inst. Geol. Nal.*, Inf. No. 441 (inédito), 37 ps., Bogotá.
- _____, 1943.- Estudio de los fósiles del itinerario Fúquene-Vélez, recolectados por los doctores Suárez y del Río. *Serv. Geol. Nal.*, Inf. No. 317 (inédito), 5 ps., Bogotá.
- _____, 1946.- Estudio paleontológico de unas muestras recolectadas por el doctor Roberto Sarmiento Soto en el Departamento de Santander. *Serv. Geol. Nal.*, Inf. No. 656 (inédito), 5 ps., Bogotá.
- _____. 1950.- Estudios de varias rocas y fósiles de Ubaté, Guachetá y Chiquinquirá. *Serv. Geol. Nal.*, Inf. No. 682 (inédito), 8 ps., Bogotá.
- Shimer, H. & Shrock, R., 1944.- Index Fossils of North America, New York.
- Steimann, G., 1930.- Geología del Perú. *Carl Winters Universitaetsbuchhandlung*, 448 ps., figs., Map., Heidelberg. (Ed. en Español).
- Stephenson, L.W., 1933.- The zone of *Exogyra cancellata* traced twenty-five hundred miles. *Am. Assoc. Petroleum Geologists Bull.*, Vol. 17, No. 11, ps. 1351-1361, 1 fig.

- Stephenson, L.W., 1952.- Larger Invertebrate Fossils of the Woodbine Formation (Cenomanian) of Texas. *U. S. Geol. Survey Prof. Paper 242*, 226 ps., 55 pls., Washington.
- Ujueta, G., 1961.- Geología del Noreste de Bogotá. *Bol. Geológico*, Vol.IX, Nos.1-3, ps. 23-46, 7 láms., 6 figs., 7 fotos, Bogotá.
- White, Ch., 1884.- A review of the fossil Ostreidae of North America and a comparison of the fossil with the living forms. *U.S. Geol. Survey*, 4th Annual Report, 430 ps., 82 pls., Washington.
- Willard, B., 1966.- The Harvey Bassler Collection of Peruvian Fossils, *Lehigh University*, 96 ps., 9 pls., 9 figs., Bethlehem, Pennsylvania.

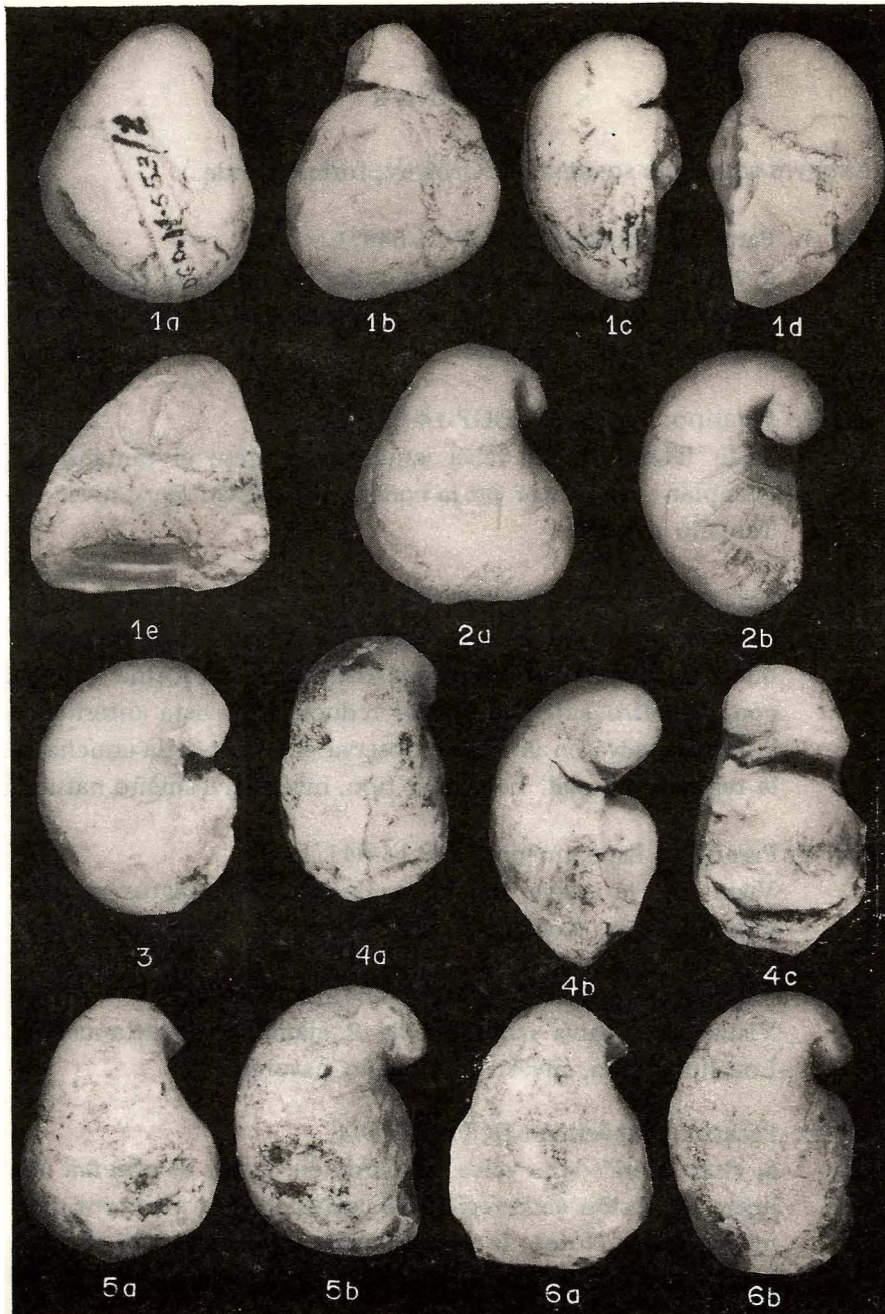
LAMINAS

1 a 8

LAMINA 1

Exogyra squamata squamata d'Orbigny, forma grande.

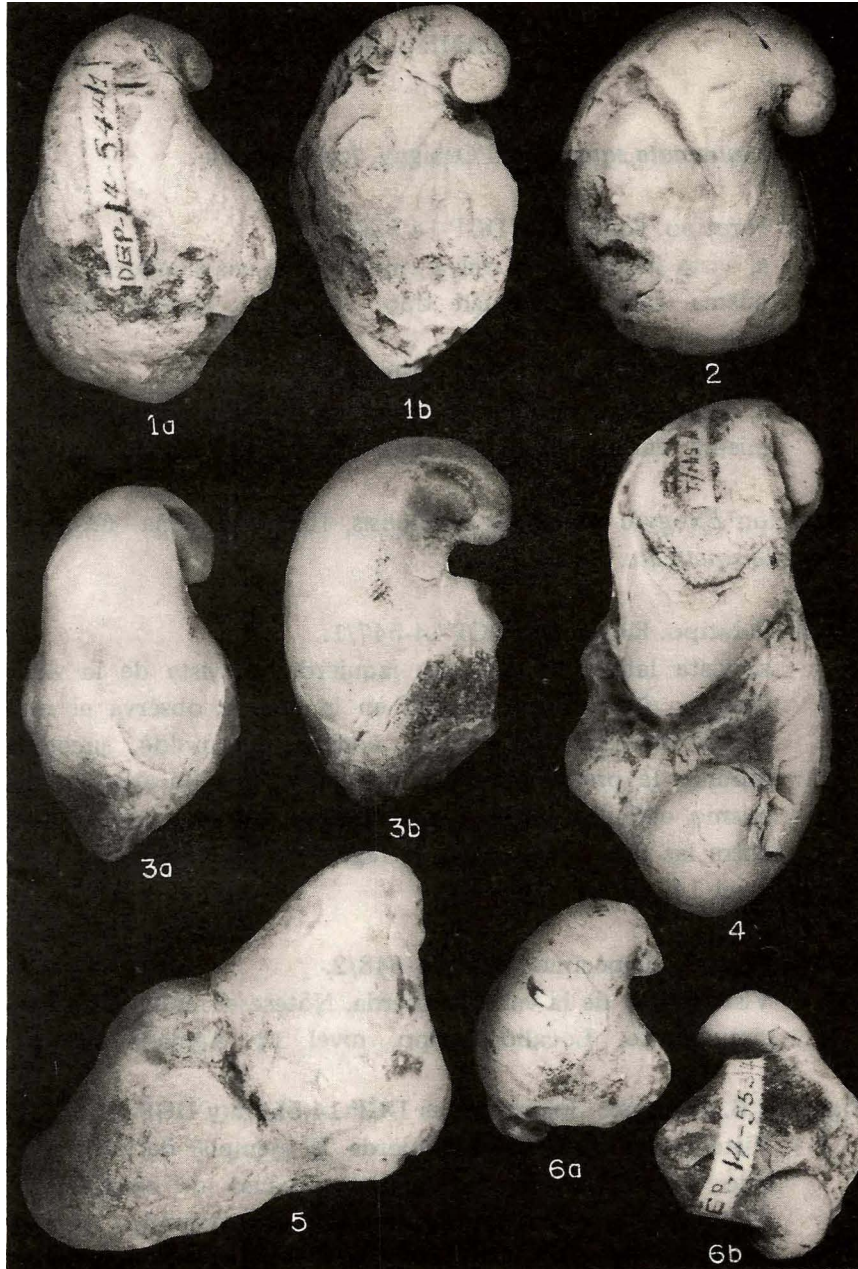
- Fig. 1. Neotipo. Espécimen DGP-14-553/2.
a, vista lateral de la valva izquierda; b, vista de la valva derecha; c, vista anterior; d, vista posterior; e, vista dorsal en la que se aprecia la ruptura del umbo. Localidad tipo, nivel 14. Tamaño natural.
- Fig. 2. Paratipo. Espécimen DGP-14-554/1.
a, vista lateral de la valva izquierda; b, vista anterior de la misma valva. Localidad tipo, nivel 14. Tamaño natural.
- Fig. 3. Paratipo. Espécimen DGP-14-553/1.
Vista anterior de la valva izquierda. Obsérvese la presencia de material de roca en el borde dorso-ventral. Localidad tipo, nivel 14. Tamaño natural.
- Fig. 4. Paratipo. Espécimen DGP-14-546/4.
a, vista lateral de la valva izquierda en la que se observa un diámetro antero-posterior reducido, probablemente como consecuencia de compresión, lo que da lugar a una forma alargada; b, vista anterior del mismo ejemplar en la que se observa cierta separación entre las dos valvas; c, vista de la valva derecha del mismo ejemplar. Nótese la presencia de material de roca en el borde ventral. Localidad tipo, nivel 14. Tamaño natural.
- Fig. 5. Paratipo. Espécimen DGP-14-542/2.
a, vista lateral de la valva izquierda; b, vista anterior de la misma valva. Nótese una ligera depresión en la región umbonal. Localidad tipo, nivel 14. Tamaño natural.
- Fig. 6. Paratipo. Espécimen DGP-14-546/3.
a, vista lateral de la valva izquierda; b, vista anterior de la misma valva. Localidad tipo, nivel 14. Tamaño natural.



LAMINA 2

Exogyra squamata squamata d'Orbigny, forma grande.

- Fig. 1. Paratipo. Espécimen DGP-14-544/1.
a, vista lateral de la valva izquierda. Obsérvese el tamaño del ejemplar; b, vista anterior de la misma valva. Localidad tipo, nivel 14. Tamaño natural.
- Fig. 2. Paratipo. Espécimen DGP-14-550/1.
Vista lateral de la valva izquierda. Nótese el tamaño del ejemplar y el grosor de la concha. Localidad tipo, nivel 14. Tamaño natural.
- Fig. 3. Paratipo. Espécimen DGP-14-544/2.
a, vista lateral de la valva izquierda de un ejemplar grande que ha sufrido compresión, constituyendo una forma alargada con diámetro antero-posterior reducido; b, vista anterior de la misma valva en la que se observa el grosor de la concha en la región umbonal. Localidad tipo, nivel 14. Tamaño natural.
- Fig. 4. Paratipos. Especímenes DGP-14-541/1.
Vista de la valva izquierda de tres ejemplares grandes yuxtapuestos. Localidad tipo, nivel 14. Tamaño natural.
- Fig. 5. Paratipos. Especímenes DGP-14-549/2.
Vista de la valva izquierda de 2 ejemplares yuxtapuestos. Localidad tipo, nivel 14. Tamaño natural.
- Fig. 6. Paratipo. Espécimen DGP-14-553/4.
a, vista lateral de la valva izquierda en la que se observa una ligera depresión en la región del umbo; b, vista posterior de la misma valva. Nótese la presencia de un pequeño individuo en la región ventral. Obsérvese también en la figura a. Localidad tipo, nivel 14. Tamaño natural.



LAMINA 3

Exogyra squamata squamata d'Orbigny, forma grande.

Fig. 1. Paratipo. Espécimen DGP-14-556/3.

a, vista lateral de la valva izquierda; b, vista anterior de la misma valva. Localidad tipo, nivel 14. Tamaño natural.

Fig. 2. Paratipo. Espécimen DGP-14-543/3.

a, vista lateral de la valva izquierda; b, vista anterior de la misma valva. Localidad tipo, nivel 14. Tamaño natural.

Transición *Exogyra squamata servitensis*, forma pequeña - *Exogyra squamata squamata*, forma grande.

Fig. 3. Paratipo. Espécimen DGP-14-547/1.

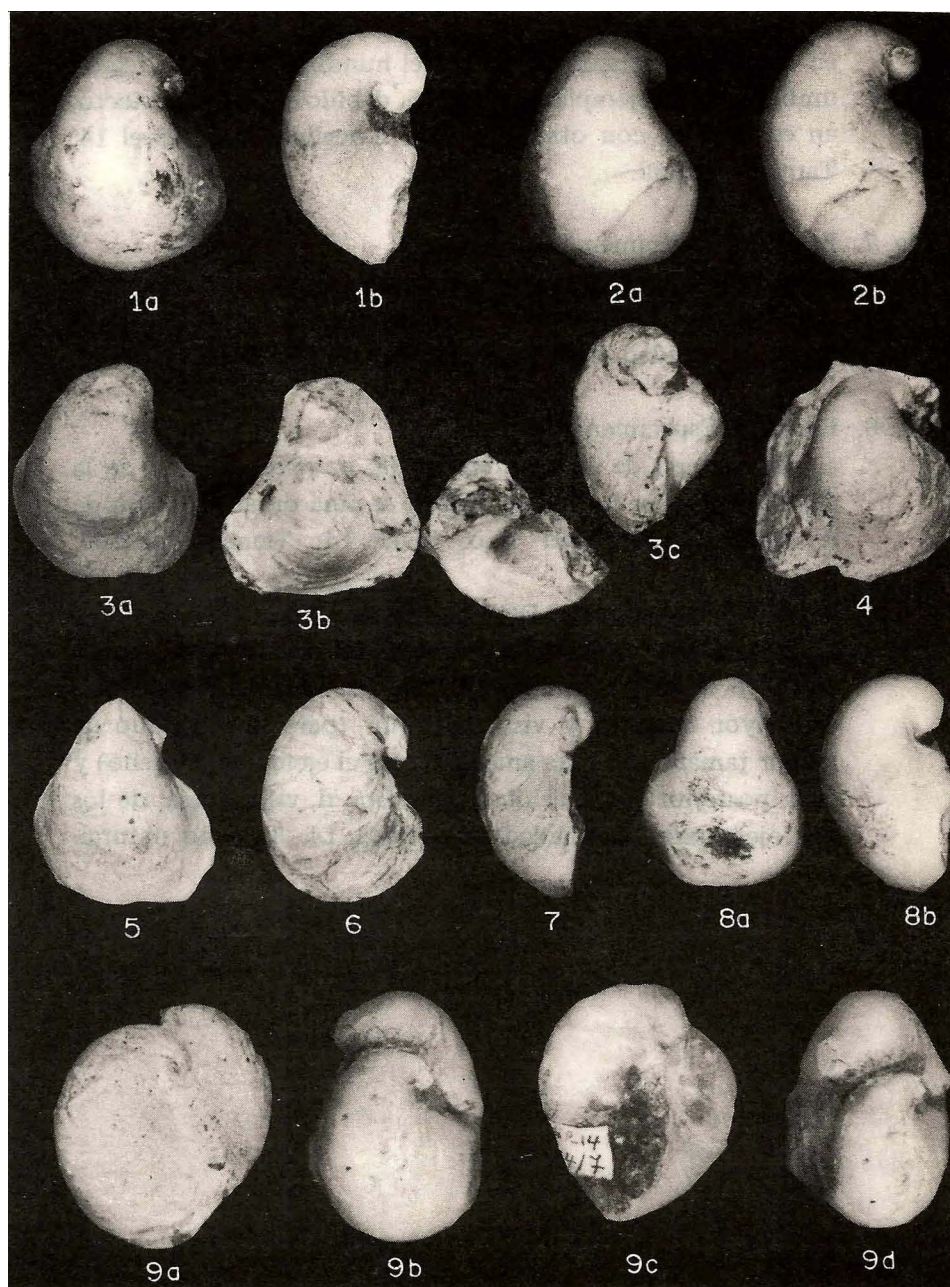
a, vista lateral de la valva izquierda; b, vista de la valva derecha del mismo ejemplar en la que se observa el caso típico de separación de la concha del molde, sucedida durante la preparación del espécimen; c, vista anterior del mismo ejemplar en la que se observa una ligera separación entre las dos valvas, hacia la región ventral. Localidad tipo, nivel 14. Tamaño natural.

Fig. 4. Paratipo. Espécimen DGP-14-548/2.

Vista lateral de la valva izquierda. Nótese el material de roca circundante. Localidad tipo, nivel 14. Tamaño natural.

Figs. 5 y 6. Paratipos. Especímenes DGP-14-554/3 y DGP-14-546/5.

Vista lateral de la valva izquierda. El ejemplar de la fig.6 ha sido deformado, probablemente a causa de compresión, dando lugar a una forma alargada con diámetro antero-posterior reducido. Compárese el diámetro antero-posterior



Continuación lámina 3.

en ambos ejemplares. Obsérvese el hundimiento de la región umbonal en el ejemplar de la fig. 5, debido al fuerte contacto, en esa región, con otro individuo. Localidad tipo, nivel 14. Tamaño natural.

Fig. 7. Paratipo. Espécimen DGP-14-540/4.

Vista anterior de la valva izquierda en la que se aprecia con claridad que las líneas de crecimiento convergen hacia el umbo. Localidad tipo, nivel 14. Tamaño natural.

Fig. 8. Paratipo. Espécimen DGP-14-541/8.

a, vista lateral de la valva izquierda; b, vista anterior de la misma valva, en la que se observa la fina ornamentación de la concha. Localidad tipo, nivel 14. Tamaño natural.

Fig. 9. Paratipos. Especímenes DGP-14-554/7.

a, vista anterior de la valva izquierda de un individuo, unido con otro de menor tamaño; b, vista lateral (para el individuo de mayor tamaño) y vista posterior (para el individuo de menor tamaño); c, vista anterior (para el ejemplar pequeño) y vista posterior (para el otro ejemplar); d, vista dorsal de los dos ejemplares. Localidad tipo, nivel 14. Tamaño natural.

LAMINA 4

Exogyra squamata servitensis, forma pequeña.

- Fig. 1. Holotipo. Espécimen DGP-14-547/3.
a, vista lateral de la valva izquierda; b, vista anterior; c, vista posterior; d, vista de la valva derecha. Localidad tipo, nivel 14. Tamaño natural.
- Fig. 2. Paratipo. Espécimen DGP- 14-546/6.
a, vista lateral de la valva izquierda; b, vista anterior. Nótese la forma alargada del ejemplar, probablemente debido a compresión. Localidad tipo, nivel 14. Tamaño natural.
- Fig. 3. Paratipo. Espécimen DGP-14-549/4.
a, vista anterior en la que se observa un hundimiento de la valva derecha hacia el interior de la valva izquierda. Localidad tipo, nivel 14. Tamaño natural.
- Fig. 4. Paratipo. Espécimen DGP-14-541/5.
a, vista anterior; b, vista de la valva derecha. Localidad tipo, nivel 14. Tamaño natural.
- Fig. 5. Paratipo. Espécimen DGP-14-546/9.
a, vista lateral de la valva izquierda; b, vista anterior de la misma valva. Localidad tipo, nivel 14. Tamaño natural.
- Fig. 6. Paratipo. Espécimen DGP-14-543/5.
a, vista lateral de la valva izquierda; b, vista dorsal de la misma valva, en la que se observa cómo las líneas de crecimiento convergen hacia el umbo. Localidad tipo, nivel 14. Tamaño natural.
- Fig. 7. Paratipo. Espécimen DGP-14-540/5.

Continuación lámina 4.

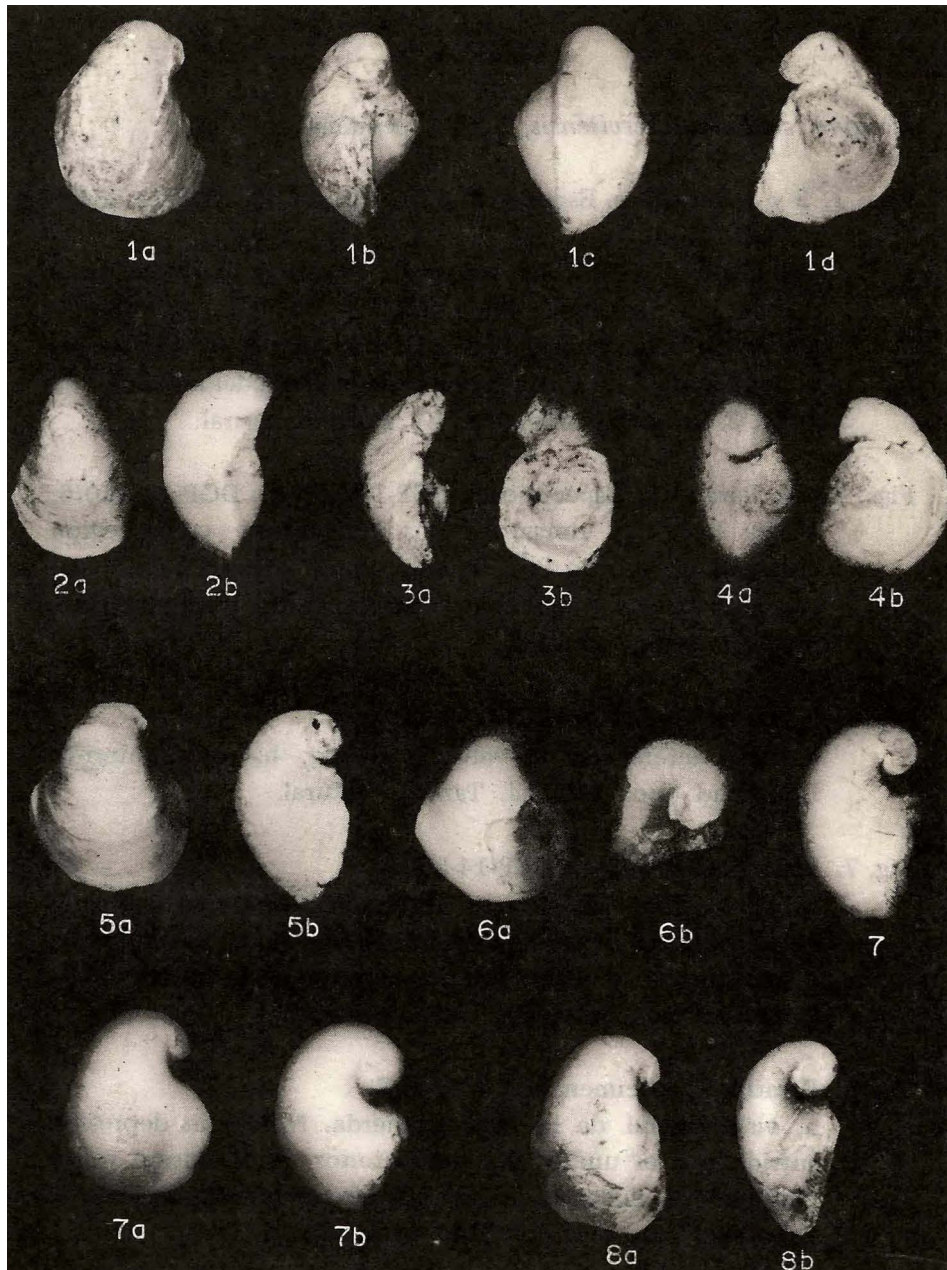
a, vista anterior de la valva izquierda. Nótese la fina ornamentación. Localidad tipo, nivel 14. Tamaño natural.

Fig. 8. Paratipo. Espécimen DGP-14-541/7.

a, vista lateral de la valva izquierda; b, vista anterior de la misma valva. Obsérvese la fina ornamentación. Localidad tipo, nivel 14. Tamaño natural.

Fig. 9. Paratipo. Espécimen DGP-14-554/6.

a, vista lateral de la valva izquierda; b, vista anterior de la misma valva. Localidad tipo, nivel 14. Tamaño natural.



LAMINA 5

Exogyra squamata servitensis, forma pequeña.

Figs. 1, 2 y 3. Paratipos. Especímenes DGP-14-541/9, DGP-14-554/8 y DGP-14-541/10.

Vista lateral de la valva izquierda. Nótese la deformación o disposición anormal del umbo en los tres ejemplares. Obsérvese la forma más o menos rectangular de los ejemplares de las figuras 1 y 2 y la forma casi cuadrada del individuo de la fig. 3. Localidad tipo, nivel 14. Tamaño natural.

Figs. 4 y 5. Paratipos. Especímenes DGP-14-556/6 y DGP-14-540/6.

Vistas lateral y dorsal de dos individuos cuya región umbonal ha sufrido hundimiento, como consecuencia del contacto en dicha región con otro individuo. Localidad tipo, nivel 14. Tamaño natural.

Fig. 6. Paratipo. Especimen DGP-14-542/3.

a, vista lateral de la valva izquierda; b, vista anterior. Localidad tipo, nivel 14. Tamaño natural.

Fig. 7. Paratipo. Especimen DGP-14-556/5.

a, vista lateral de la valva izquierda. Obsérvese que falta parte del borde antero-ventral, lo que da lugar, aparentemente, a una forma anómala; b, vista anterior de la misma valva. Localidad tipo, nivel 14. Tamaño natural.

Fig. 8. Paratipo. Especimen DGP-14-556/7.

a, vista lateral de la valva izquierda. Nótese la depresión sufrida por el umbo; b, vista anterior de la misma valva. Obsérvese el material de roca que circunda el borde ventral. Localidad tipo, nivel 14. Tamaño natural.

Continuación lámina 5.

Fig. 9. Paratipo. Espécimen DGP-14-545/1.

a, vista lateral de la valva izquierda de un ejemplar que ha sufrido compresión; b, vista anterior del mismo ejemplar. Localidad tipo, nivel 14. Tamaño natural.

Fig. 10. Paratipo. Espécimen DGP-14-546/13.

a, vista lateral de la valva izquierda; b, vista anterior; c, vista de la valva derecha. Localidad tipo, nivel 14. Tamaño natural.

Fig. 11. Paratipo. Espécimen DGP-14-546/2.

a, vista de la valva derecha; b, vista anterior. Localidad tipo, nivel 14. Tamaño natural.

Fig. 12. Paratipo. Espécimen DGP-14-540/8.

a, vista anterior; b, vista de la valva derecha. Compárese la convexidad de las valvas en este individuo con la de las valvas en el ejemplar de la figura anterior. Localidad tipo, nivel 14. Tamaño natural.

Figs. 13 y 14. Paratipos. Especímenes DGP-2-514/2 y DGP-14-540/7.

Vista lateral de la valva izquierda. Compárese el diámetro antero-posterior de los dos ejemplares. El ejemplar de la fig. 13, con diámetro antero-posterior muy reducido, tiene una forma alargada; mientras que el de la fig. 14, con diámetro antero-posterior mayor, tiene una forma redondeada. Localidad tipo, niveles 2 y 14. Tamaño natural.

Fig. 15. Paratipo. Espécimen DGP-14-542/5.

a, vista lateral de la valva izquierda; b, vista de la valva derecha; c, vista anterior. Localidad tipo, nivel 14. Tamaño natural.

Figs. 16, 17 y 18. Paratipos. Especímenes DGP-14-550/4, DGP-

Continuación lámina 5.

549/6 y DGP-14-547/4.

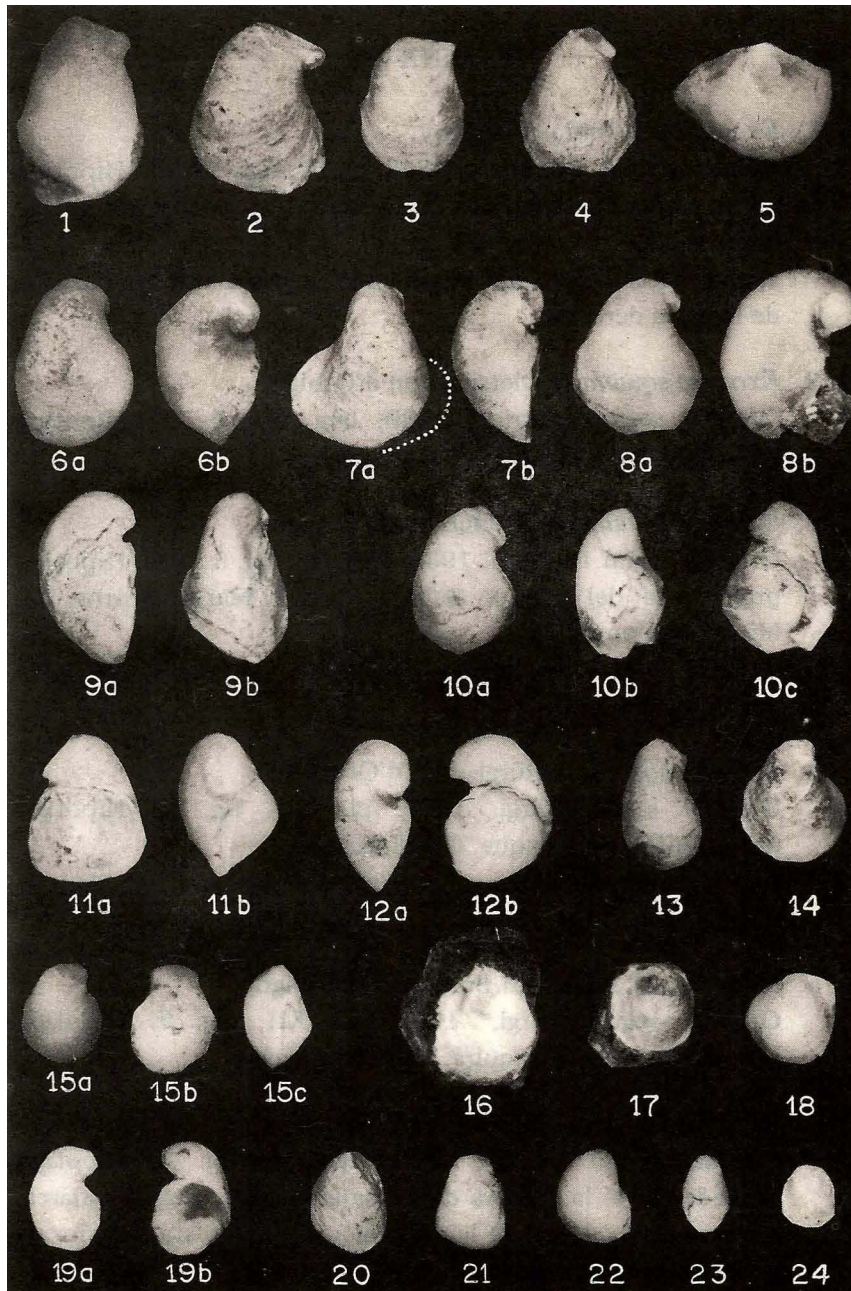
Vista de la valva derecha de tres individuos (valvas desarticuladas). Localidad tipo, nivel 14. Tamaño natural.

Fig.19. Paratipo. Espécimen DGP-14-541/15.

a, vista lateral de la valva izquierda; b, vista posterior de la misma valva en la que se observa el tipo de charnela (disodonto). Localidad tipo, nivel 14. Tamaño natural.

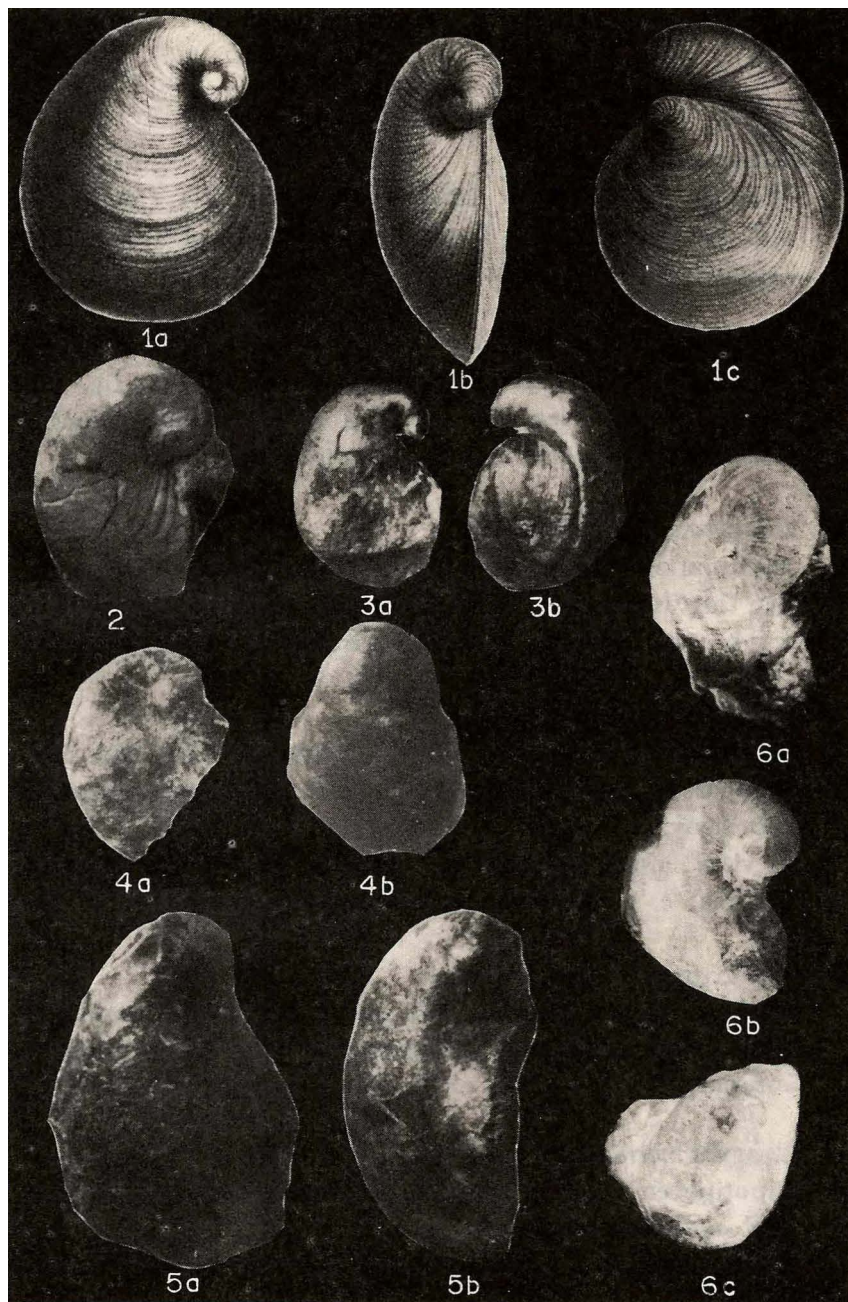
Figs. 20, 21, 22, 23 y 24. Paratipos. Especímenes DGP-14-543/9, DGP-2-516/1, DGP-2-516/2, DGP-14-542/6 y DGP-14-543/12.

Vista de la valva izquierda de individuos en estado juvenil. Nótese el aplastamiento del umbo en los ejemplares de las figuras 20 y 22. Obsérvese la forma alargada del individuo de la figura 23. Localidad tipo, niveles 2 y 14. Tamaño natural.



LAMINA 6

- Fig. 1. *Exogyra squamata* d'Orbigny.
Original según d'Orbigny, 1842, pl. IV, figs. 12-15. Hipotipo de las cercanías "del Río Capitanejo. . . en la Provincia del Socorro".
a, vista lateral de la valva izquierda; b, vista anterior; c, vista de la valva derecha.
- Fig. 2. *Exogyra squamata* Dietrich *non* d'Orbigny.
Original según Dietrich, 1938, lám. 16, fig. 5. Hipotipo procedente de Ubaque, Cundinamarca.
- Fig. 3. *Exogyra squamata* Dietrich *non* d'Orbigny.
Original según Dietrich, 1938, lám. 16, fig. 6 a y b. Hipotipo procedente del camino Saboyá - Jesús María, Cerros del Moro, Santander.
a, vista lateral de la valva izquierda; b, vista de la valva derecha.
- Fig. 4. *Exogyra squamata* Büragl *non* d'Orbigny.
Original según Büragl, 1957, pl. XII, fig. 6. Hipotipo procedente de Chipaque, Cundinamarca.
a, vista anterior de la valva izquierda; b, vista lateral de la misma valva.
- Fig. 5. *Exogyra* aff. *squamata* Büragl *non* d'Orbigny.
Original según Büragl, 1957, pl. XII, fig. 7. Hipotipo procedente de Zipaquirá, Cundinamarca.
- Fig. 6. *Exogyra squamata* Ujueta *non* d'Orbigny.
Original según Ujueta, 1961, lám. I, fig. 1. Hipotipo procedente de la cantera de caliza La Siberia, Cundinamarca.
a, vista antero-dorsal de la valva izquierda; b, vista anterior de la misma valva; c, vista dorsal.



LAMINA 7

Fig. 1. *Exogyra columba*.

Hipotipo en Meléndez, 1957, p. 1044, fig. 724. Compárese con las figuras de la *E. squamata squamata* d'Orbigny, en especial las de las láminas 1 y 2.

Fig. 2. *Exogyra columba* Deshayes.

Hipotipo en Denizot & Labrosse, 1943, p. 19, fig. 65. Compárese con las figuras de la *E. squamata squamata* d'Orbigny, en especial las de las láminas 1 y 2.

Fig. 3. *Exogyra columbella* Meek.

Hipotipo en White, 1884, pl. LV, figs. 5 y 6. Compárese con las figuras de la *E. squamata squamata* d'Orbigny. a y b, vistas laterales de una valva izquierda. Tamaño natural.

Fig. 4. *Exogyra columbella* Meek.

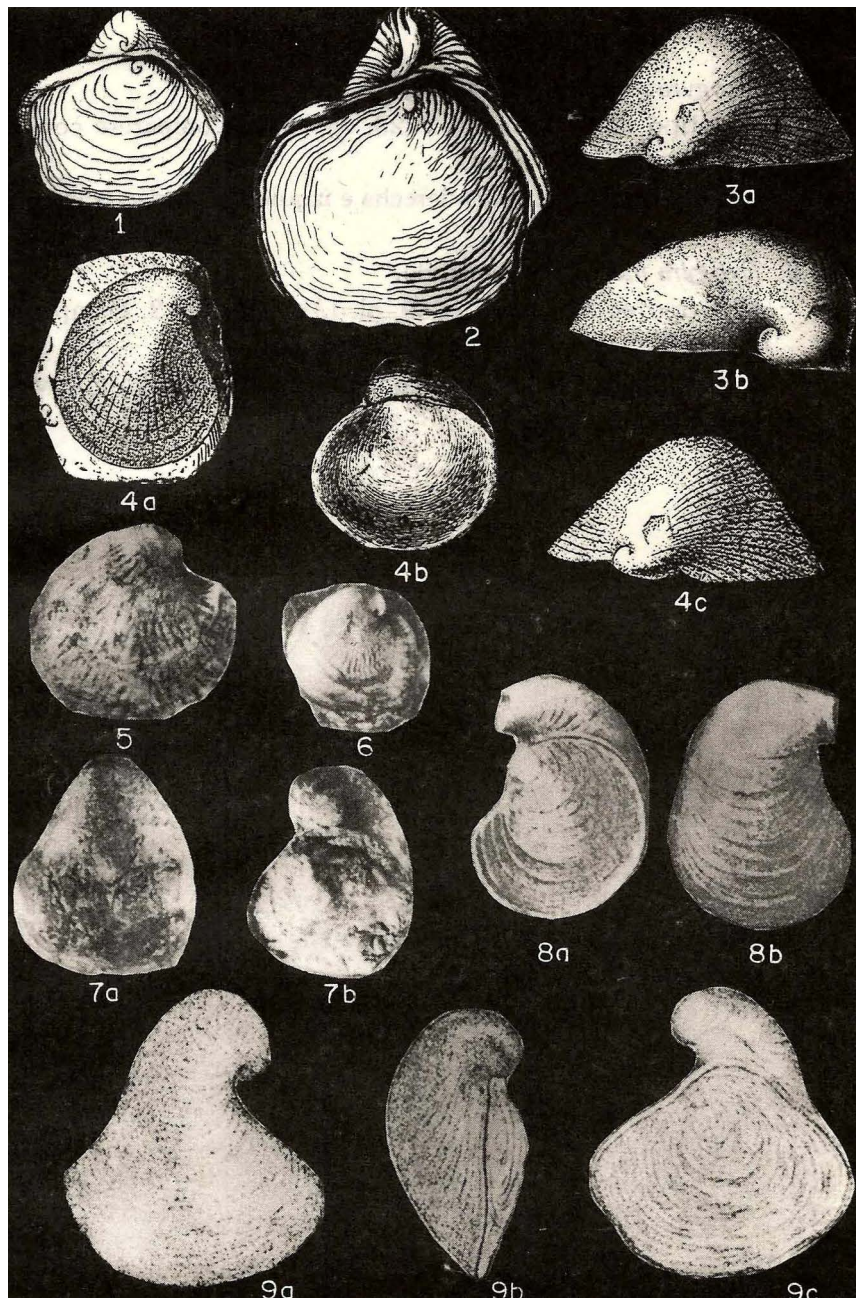
Hipotipo en Shimer & Shrock, 1944, pl. 156, figs. 1-3. Compárese con las figuras de la *E. squamata squamata* d'Orbigny. a, vista lateral de la valva izquierda; b, vista de la valva derecha; c, vista dorsal de la valva izquierda.

Figs. 5 y 6. *Exogyra columbella* Meek.

Hipotipo en Stephenson, 1952, pl. 17, figs. 5 y 6. Compárese con las figuras de la *E. squamata* d'Orbigny y con la figura anterior.

Fig. 7. *Exogyra mermeti* (Cocuand).

Hipotipo en Willard, 1966, pl. 17, figs. 1-2. Compárese con la *E. squamata servitensis*. a y b, vistas de la valva izquierda y derecha respectivamente.



Continuación lámina 7.

Fig. 8. *Exogyra mermeti* (Cocuand).

Hipotipo en Steinmann, 1929, fig. 175. Compárese con la *E. squamata* d'Orbigny.

a y b, vistas de la valva derecha e izquierda, respectivamente.

Fig. 9. *Exogyra mermeti* (Cocuand).

Hipotipo en Cocuand, 1869, pl. LII, figs. 10-12. Compárese con la *E. squamata squamata* d'Orbigny.

a, vista lateral de la valva izquierda; b, vista anterior; c, vista de la valva derecha.

LAMINA 8

Fig. 1. *Exogyra columba* (Lamarck).

Hipotipo en Jourdy, 1924, pl. III, fig. 2. Compárese con la *E. squamata squamata* forma grande y *E. squamata servitensis* forma pequeña. M, variedad *major*; I, forma *intermedia*; m, variedad *minor*.

