

**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.

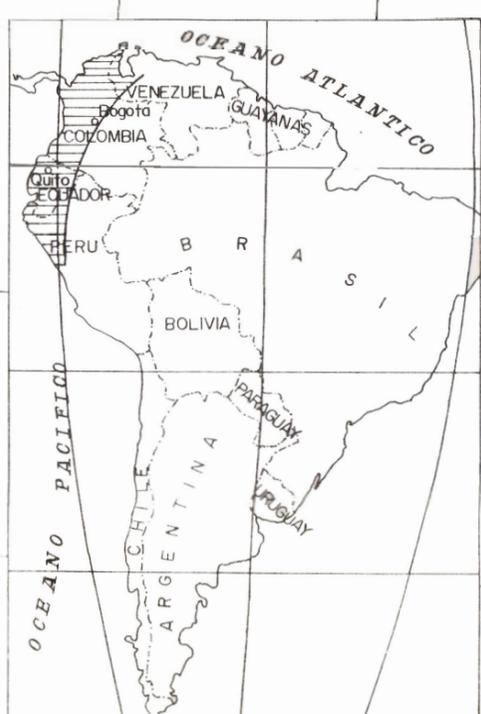
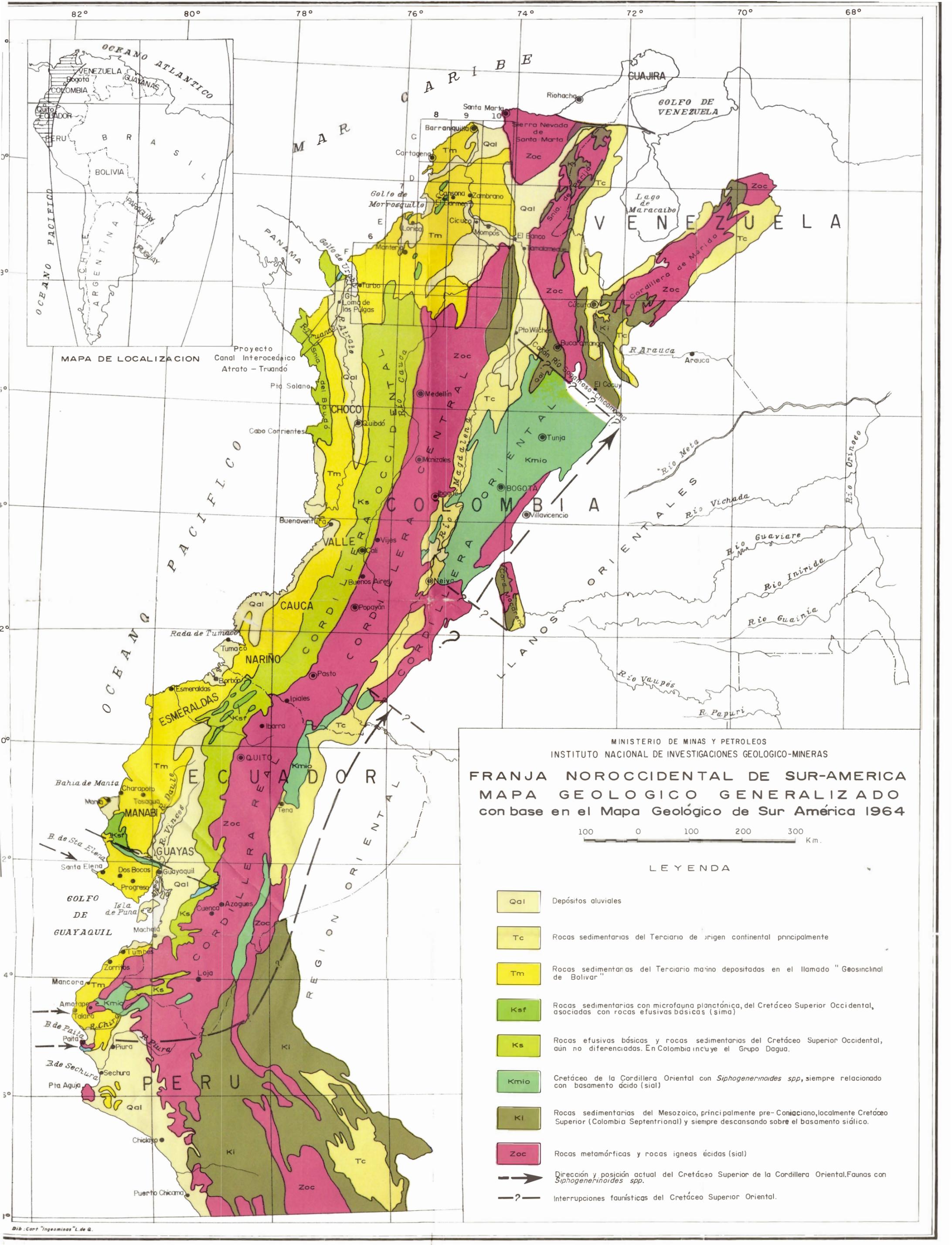
Con la información que se posee actualmente, ninguno de estos tres puntos fundamentales se ha podido confirmar; antes por el contrario, se han reconocido hechos que se oponen a estos planteamientos:

- 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, Lorica 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, Lorica, 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 Interocéanico 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 microfaua 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 igneas ácidas (sial)
- Dirección y posición actual del Cretáceo Superior de la Cordillera Oriental, Faunas con *Siphogenerinoides spp*.
- Interrupciones faunísticas del Cretáceo Superior Oriental.

Dib. Cart. "Ingeominas" L. de Q.

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 , calizas, areniscas 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>Globanotalia costataensis</i> <i>Globanotalia menardi</i>		
					<i>Bulimina carmenensis</i>			
Sección Car. m. - Zambono	Ciclo del Carmen	TURBIDITAS Estratificación rítmica con alternancias de areniscas sucias y lutitas. Planos de estratificación marcados y evidencias de "slumping" hacia el top. Espesor: 1940 m	disminución	Inestabilidad	Aguas profundas Descalcificación de la fauna. Predominio fauna arenácea sobre la calcárea. Fauna retnabajada	<i>Sigmoilina tenuis</i>	<i>Globanotalia peripheracuta</i> y <i>Globanotalia phenipharanda</i>	MIOCENO INFERIOR Y MEDIO (en parte)
					<i>Siphogenerina basispinata</i>	<i>Globoquadrina</i> <i>Globigerinoides</i>		
					<i>Globigerina dissimilis</i>	<i>Globigerina angustisuturalis</i> <i>Globigerina oligocenica</i> <i>Globanotalia opima opima</i>		
Sección A. L. - 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>Cibicides pernicidus</i>		OLIGOCENO
					<i>Bulimina jacksonensis</i>	<i>Bulimina jacksonensis</i> <i>Gabigerina yeguensis</i>		
						<i>Pelecípodos</i> Macroforaminíferos <i>Globartilia belveriana</i> <i>Acanthina mcgowni</i>		
Sección A. L. - San Carlos	Ciclo de Cabana	TURBIDITAS Estratificación rítmica y gradual, planos marcados de estratificación. Gravocacos y lutitas interestratificadas conglomerados. Espesor: 1000 m	disminución	Inestabilidad	Aguas profundas Mayores de 5000 m Descalcificación de la fauna Radiolarias y fauna arenácea exclusivamente		Radiolarias <i>Spiraplectamina</i>	CRETACEO SUPERIOR - PALEOCENO SUPERIOR
						<i>Spiraplectamina</i> <i>Rzehakina epigona</i>		
						<i>Globotruncana</i> <i>Heterahelix</i>		
Sección A. L. - San Carlos	Ciclo de Cabana	LIMOLITAS Limolitas crema-najizas frecuentemente con intercalaciones de rocas verdes (afanitas). Localmente concreciones y lentejones calcáreos hacia la base. Espesor: 700 m	Abundante	Estabilidad	Aguas someras Fauna planctónica y radiolarias. Se han encontrado amonitas debajo de estas facies.			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 postcretacea* 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.

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 Paleoeología 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 ls., 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.
