



Edad de la Formación Vijes en el Pozo V3A, Oligoceno del piedemonte oriental de la Cordillera Occidental, Departamento del Valle del Cauca, Colombia.

HERNANDO DUEÑAS

BIOS LTDA, E-mail: hdjbioss@yahoo.com. Bogotá, Colombia

ROSA ESTHER NAVARRETE

PALEOSEDES LTDA., Apartado Aéreo 58686, Bogotá, Colombia

E-mail: rosesther@hotmail.com

JAIRO MOJICA

MAURICIO PARDO

ROGER CAMARGO

Departamento de Geociencias, Universidad Nacional de Colombia, Apartado 14490, Bogotá, Colombia

E-mail: jmojica@ciencias.ciencias.unal.edu.co

DUEÑAS, H.; NAVARRETE, R. E.; MOJICA, J.; PARDO, M & CAMARGO R. (2000): Edad de la Formación Vijes en el Pozo V3A, Oligoceno del piedemonte oriental de la Cordillera Occidental, Departamento del Valle del Cauca, Colombia.- GEOLOGIA COLOMBIANA, 25, pp. 25-43, 2 Figs., 3 Tablas, 4 Láminas, Bogotá.

ABSTRACT

Outcrops of the Vijes Formation are restricted to the Vijes and Mulaló areas, which are located in the northwestern part of the Valle del Cauca Basin. Based on its micro-paleontological content (palynomorphs and forams) an Oligocene age has been assigned for this Marine Unit for long time considered as an Eocene to Miocene Formation.

The Vijes Formation, has a thickness close to 180 m. It is made up of limestones, dirty sandstones and calcareous siltstones, that allow to sub-divide it in four Units which from bottom to top are: 1-) Polimictic conglomerates with local intercalation of plant bearing siltstones (0 and 20 m). 2-) Reef limestones, with abundant bivalve-remains, calcareous algae, strong foraminifers, gastropods, colonial and solitary corals. 3-) Dark siltstones and fine-grained sandstones that have yielded abundant microfossils assemblages which include some crustacean remains. 4-) Quartz-sandstones, with plant remains.

Twelve core samples from the Vijes Formation, in the V3-A borehole were analyzed using palynological and foram methods. These samples provided good microfossil assemblages, which belong to the *Cicatricosisporites dorogensis* pollen zone and to the planktonic foram biozones *Cassigerinella chipolensis/Pseudohastigerina micra*, *Globigerina ampliapertura* and *Globorotalia opima opima*. The boundary between these biozones corresponds to the limit between the Rupelian and Chattian (30 Ma), and is related to the principal sea level drop during the Tertiary. The Vijes Formation is resting unconformable on the Diabasic Group of Turonian-Santonian age and underlies Quaternary sediments. This hiatus indicates that in the Valle del Cauca Basin the Western Cordillera has undergone deformation, emersion and erosion periods between the Late Cretaceous and the Late Eocene.

The area where strata from the Vijes Formation were deposited, can be considered as a sea gate that allowed the entrance of Oligocene waters coming from the West to the present Cauca Valley area. This fact could explain the presence of marine horizons within Guachinte (La Leona Horizon) and Ferreira Formations (San Francisco Horizon).

Keywords: *Biostratigraphy, Vijes Formation, Oligocene, Cauca Valley Province, Colombia, palynomorphs, forams and reef- environment.*

RESUMEN

Con base en resultados de estudios micropaleontológicos de 12 muestras tomadas de núcleos del Pozo V3-A, se establece una edad Oligocena para la Formación Vijes, expuesta en el costado occi-

dental del Valle del Cauca, entre las localidades de Mulaló y Vijes. La Formación Vijes suprayace discordantemente sobre lavas submarinas y sedimentitas del Grupo Diabásico (Turoniano-Santoniano), que constituyen el basamento de gran parte de la Cuenca del Valle del Cauca, y está recubierta parcialmente por materiales cuaternarios. La Formación Vijes tiene un espesor aproximado de 180 m y está compuesta por cuatro conjuntos litológicos principales: A) Uno basal, de conglomerados polimícticos con intercalaciones locales de limolitas con restos de plantas, y espesor variable entre 0 y 20 m. B) Uno de calizas con abundantes restos de bivalvos, algas calcáreas, foraminíferos robustos, corales solitarios y coloniales, gasterópodos y equinodermos, acumuladas en subambientes de arrecifes. C) Uno, integrado por una alternancia de limolitas oscuras y arenitas finogranulares calcáreas, ricas en microfósiles, bivalvos, gasterópodos y restos de crustáceos. D) El superior esencialmente cuarzoarenoso que ocasionalmente contiene restos de plantas. En el Pozo V3-A, del cual se extrajeron las muestras utilizadas para los análisis micropaleontológicos que permitieron establecer la edad, la Formación Vijes tiene un espesor de 140m, que representan sólo los conjuntos inferior e intermedio.

En las muestras estudiadas se reconocieron las biozonas palinológicas *Verrucatosporites usmensis* y *Cicatricosisporites dorogensis* y las biozonas de foraminíferos planctónicos *Cassigerinella chipolensis/Pseudohastigerina micra*, *Globigerina ampliapertura* y *Globorotalia opima opima*. El límite entre las dos últimas biozonas, corresponde con el límite Rupeliense / Chatiense de edad aproximada de 30 Ma y está relacionado con la principal caída del nivel del mar durante el Terciario. Así, la Formación Vijes representa un depósito en medio marino nerítico con registro de tres caídas de profundidad relativa del nivel del mar, y su área de sedimentación puede ser considerada como una vía para la entrada del mar desde el occidente hacia el ámbito del Valle del Cauca durante el Oligoceno, lo cual explicaría también las hasta ahora enigmáticas ingresiones del mar hacia la región al Sur de Cali dentro de las Formaciones Guachinte (Horizonte Marino de La Leona) y Ferreira (Horizonte Marino de San Francisco).

Las relaciones de campo y las evidencias sedimento-paleontológicas mencionadas sugieren que, por lo menos en el sector colindante con la Cuenca del Valle del Cauca, la Cordillera Occidental tuvo un periodo de deformación, emersión-erosión entre el Campaniano-Maastrichtiano y el Eoceno.

Palabras clave: *Bioestratigrafía, Formación Vijes, Oligoceno, Valle del Cauca, Colombia, palinomorfos, foraminíferos, ambiente arrecifal.*

INTRODUCCIÓN

El Terciario del Valle del Cauca se caracteriza por la abundancia de sedimentos continentales a parálisis, localmente ricos en mantos de carbón, pero con pobre contenido de microfósiles. Ello ha dificultado la determinación de las edades de las diferentes unidades, la definición de sus relaciones espacio-temporales y, por ende, las reconstrucciones paleogeográficas y paleotectónicas confiables. Una excepción a dicha situación es la Formación Vijes, constituida por sedimentos arenoso-calcáreos de origen marino, que aflora en forma discontinua en una franja de unos 10 km de largo por unos 4 km de ancho, en el pie oriental de la Cordillera Occidental, entre las localidades de Vijes al norte y de Mulaló al sur. Los rasgos geológicos del área se ilustran en el mapa de la Fig. 1, elaborado con base en datos colectados por los autores entre 1995 y 2000, y en la información previa de Mc COURT *et al.* (1984), VILLABONA (1994) y ALFONSO *et al.* (1994). La presente contribución constituye sólo un capítulo especial de un estudio detallado de la Fm. Vijes, cuyos resultados aparecerán en el trabajo de grado de R. Camargo y M. Pardo.

A pesar de su abundante contenido paleontológico, por falta de investigaciones sistemáticas, la edad de la Formación Vijes ha sido materia de discusión en los últimos sesenta años; edades comprendidas entre el Eoceno Medio y el Mioceno temprano han sido asignadas a estos

sedimentos (tabla 1). Para tratar de resolver el problema planteado se ha aprovechado la oportunidad de acceso a muestras frescas, en columnas continuas, provenientes de algunas de las perforaciones realizadas por la empresa Cementos del Valle para evaluar las reservas aún existentes entre Vijes y Mulaló. Comparando la calidad de los núcleos y el mayor porcentaje de recuperación, se optó por tomar las muestras para la micropaleontología de los núcleos del Pozo V3-A, localizado a 1,5 km al nor-noreste de Mulaló (Fig.1).

En este caso, los corazones recuperados, no presentan contaminaciones ni alteraciones por meteorización, lo cual los hace ideales para la investigación micropaleontológica. Por esta razón y con el debido permiso de Cementos del Valle, se seleccionaron doce muestras repartidas en el intervalo calcáreo de la perforación, como se indica en las tablas 2 y 3. El recobro de microfósiles, restringido sólo a las muestras antedichas, fue suficiente para identificar una microflora que incluye polen, esporas, algas y dinoflagelados, y una microfauna con abundantes foraminíferos planctónicos y bentónicos.

La integración de la información de superficie y la del subsuelo ha permitido reconocer cuatro conjuntos litológicos en la Formación Vijes, así: a) uno basal, con espesor entre 0 y 20 m, compuesto por conglomerados polimícticos en los que se interponen ocasionales capas limo-arcillosas oscuras y ocreas, ricas en restos de plantas, y que a veces culminan con capas de arenitas cuarzosas,

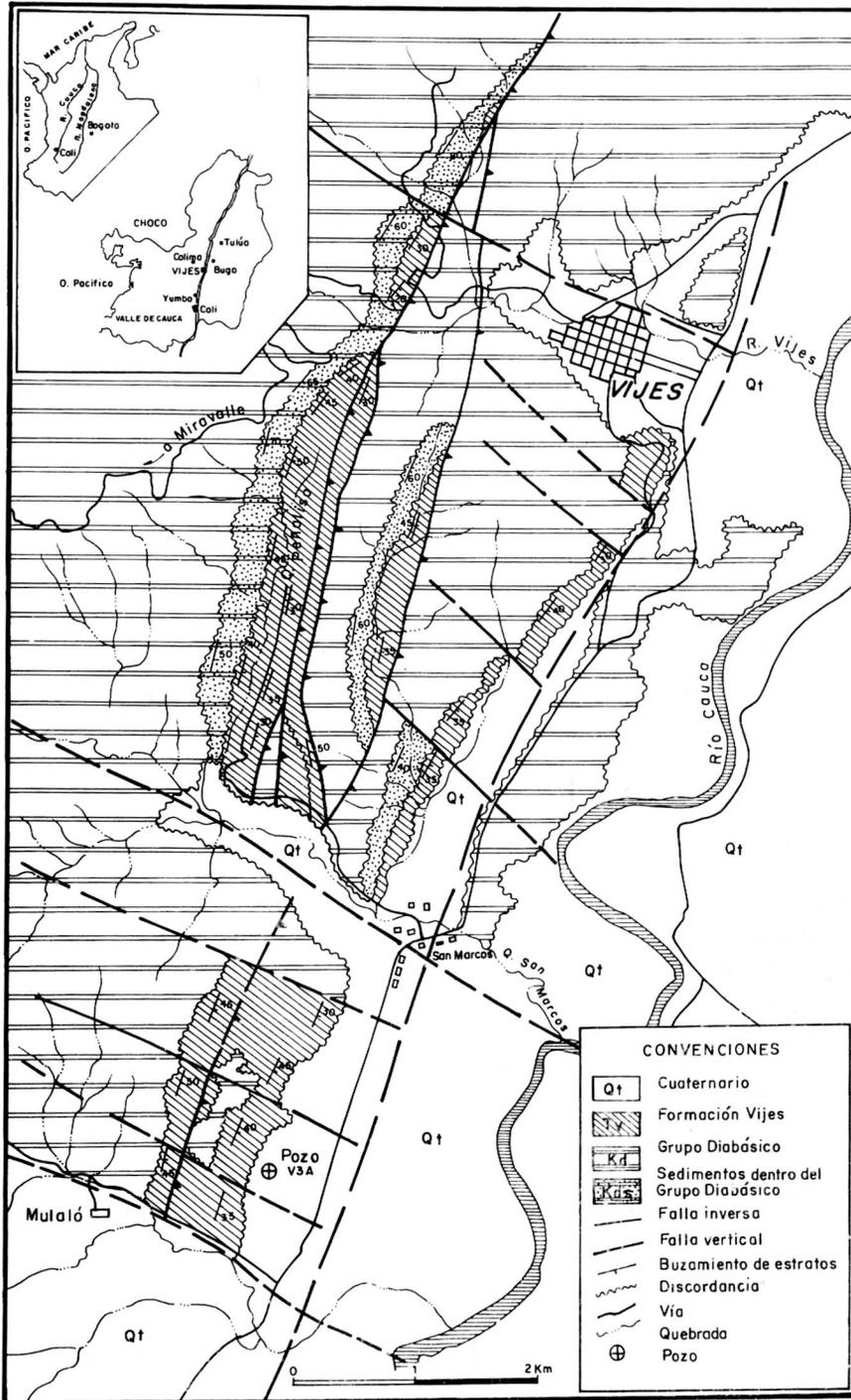


Fig. 1. Localización geográfica y extensión de los afloramientos de la Formación Vijes.

gruesogranulares, con escasos clastos de chert negro; uno de calizas formadas en subambientes arrecifales, con espesor que varía entre 30 y 60 m, en estratos de hasta 60 cm de espesor, ricas en bivalvos, algas calcáreas, foraminíferos robustos, gasterópodos, equinodermos, res-

tos de peces, corales hermatípicos, y corales solitarios; c) uno, integrado por una alternancia de limolitas oscuras y arenitas finogranulares calcáreas, con espesor entre 70 y 100 m de espesor, en las que se encuentran abundantes microfósiles, bivalvos, gasterópodos y ocasionales restos

de crustáceos; y d) uno superior, con cerca de 40 m de espesor, esencialmente cuarzo-arenoso, que contiene restos de plantas. Aunque el espesor total de la Fm. Vijes fluctúa entre 160 y 180 m, en el pozo V3A se presentan apenas 140 m, que representan sólo a los conjuntos inferior e intermedio, con 40 m y 100 m de espesor, respectivamente.

En las muestras de los núcleos estudiados de la Formación Vijes en el Pozo VA3, se identifican las biozonas de *Pseudohastigerina micra* / *Cassigerinella chipolensis* y *Globigerina ampliapertura* que corresponden al Rupeliense y la biozona de *Globorotalia opima opima* que corresponden a comienzos del Chatiense. Asimismo, se reconocen las biozonas palinológicas *Verrucatosporites usmensis* y *Cicatricosisporites dorogensis* que refuerzan la edad oligocena indicada por los foraminíferos.

Entre los palinomorfos y la microfauna hallados en el desarrollo de este trabajo, es frecuente la presencia de ejemplares retrabajados pertenecientes al lapso Campaniano - Eoceno. Se trata de elementos que coinciden parcialmente con los reportados por autores previos, que al parecer, no identificaron tal retrabajamiento. Dicha evidencia y la relación discordante entre la Formación Vijes (Oligoceno) y el Grupo Diabásico (Turoniano - Santoniano), implica un faltante del registro que alcanza unos 50 Ma, tiempo en el cual debió darse una emersión parcial de la Cordillera Occidental y el desarrollo de una superficie de erosión entre el Campaniano y el Eoceno. Un estudio petrográfico detallado de la Fm. Vijes, aclararía si los sedimentos tardi-cretácicos de la misma franja estructural sirvieron de aportes parciales para la Formación Vijes, o si podría tratarse sólo de materiales provenientes de la Cordillera Central, en donde, por ejemplo, al oriente de Tuluá se conservan sedimentitas turbidíticas conocidas como Formación Nogales (NELSON 1959), en un comienzo considerada de edad Paleoceno por VAN DER HAMMEN (1958), y recientemente asignadas al Campaniano-Maastrichtiano?, con base en la presencia de amonitas, gasterópodos y coprolitos de crustáceos (PARDO *et al.* 1993, BLAU *et al.* 1995). Por otra parte, MORENO *et al.* (1993) informan del hallazgo de sedimentitas, también turbidíticas, en la región de Puerto Umbría, al occidente del Departamento de Risaralda, las cuales contienen restos de plantas, bivalvos, gasterópodos, corales coloniales y amonitas del Campaniano-Maastrichtiano. MORENO *et al.* (1993: 144) sostienen que tal tipo de sedimentos y su contenido paleontológico dan "fundamento a la idea de emersión (es) local (es) del actual basamento del Valle del Cauca durante el Cretácico Superior", en forma, tal vez, de islas oceánicas colonizadas por vegetación de dicotiledóneas.

ENTORNO GEOLÓGICO

El Valle del Cauca constituye una depresión geomorfológica entre las Cordilleras Central y Occidental de Colombia. Se trata de una cuenca desarrollada sobre un basamento ofiolítico cretácico, rellena desigualmente por sedimentos terciarios y cuaternarios. El límite occidental del Valle del Cauca está marcado por el Sistema de Fallas del Cauca-Cali y el límite oriental por la Falla de Palmira-Buga.

Cordillera Occidental. En la región entre Vijes y Mulaló, el flanco oriental de la Cordillera Occidental está constituido por rocas del Cretáceo y del Terciario, que incluyen:

A) El Grupo Diabásico (*sensu* NELSON 1957) o "Formación Volcánica" de ASPDEN *et al.* (1984), que es una secuencia espesa, y aparentemente monótona, de flujos volcánicos subacuáticos, que a veces muestran estructuras almohadilladas. En algunas localidades situadas al occidente del Valle del Cauca, el Grupo Diabásico contiene intervalos sedimentarios con restos de amonitas, bivalvos y foraminíferos, indicativos del Turoniano - Santoniano (NELSON 1957; KEIZER 1954; ETAYO-SERNA *et al.* 1982). Por otra parte, el Grupo Diabásico presenta un débil metamorfismo de facies prehnita-pumpellyita, considerado de tipo oceánico, pre-orogénico (RODRÍGUEZ 1981; AGUIRRE 1989).

B) Cuerpos intrusivos, que cortan al Grupo Diabásico e incluyen: tonalitas, felsitas y gabros piroxénicos y hornbléndicos. De la Leucotonalita de El Tambor, al occidente de Vijes, Mc COURT *et al.* (1984), obtuvieron una edad K/Ar de 82 ± 2 Ma.

C) La Formación Vijes, que se describe en detalle en el capítulo siguiente.

D) Las Formaciones Guachinte y Ferreira (*sensu* SCHWINN 1969; ALVAREZ 1978), expuestas al sur de Mulaló, y constituidas por conglomerados, areniscas y limolitas con intercalaciones de capitas y lentes de carbón. Estas unidades se conocen también como las Formaciones Cauca Medio y Cauca Superior (VAN DER HAMMEN 1958) y como Miembro Carbonífero Inferior y Miembro Carbonífero Superior de la Formación Cauca en el sentido de AOKI *et al.* (1977).

Las exposiciones de las Formaciones Guachinte y Ferreira se inician justo al sur de Mulaló, siguiendo el tren estructural de la Formación Vijes, y se extienden hacia la región de Cali - Jamundí. Al igual que la Fm. Vijes, cuando el Conjunto de Confites no está presente (ver más adelante), la Fm. Guachinte reposa sobre el Grupo Diabásico. En las Formaciones Guachinte y Ferreira, se han identificado dos niveles marinos marginales (pantanosos - deltaicos), denominados "Horizonte de La Leona" y "Hori-

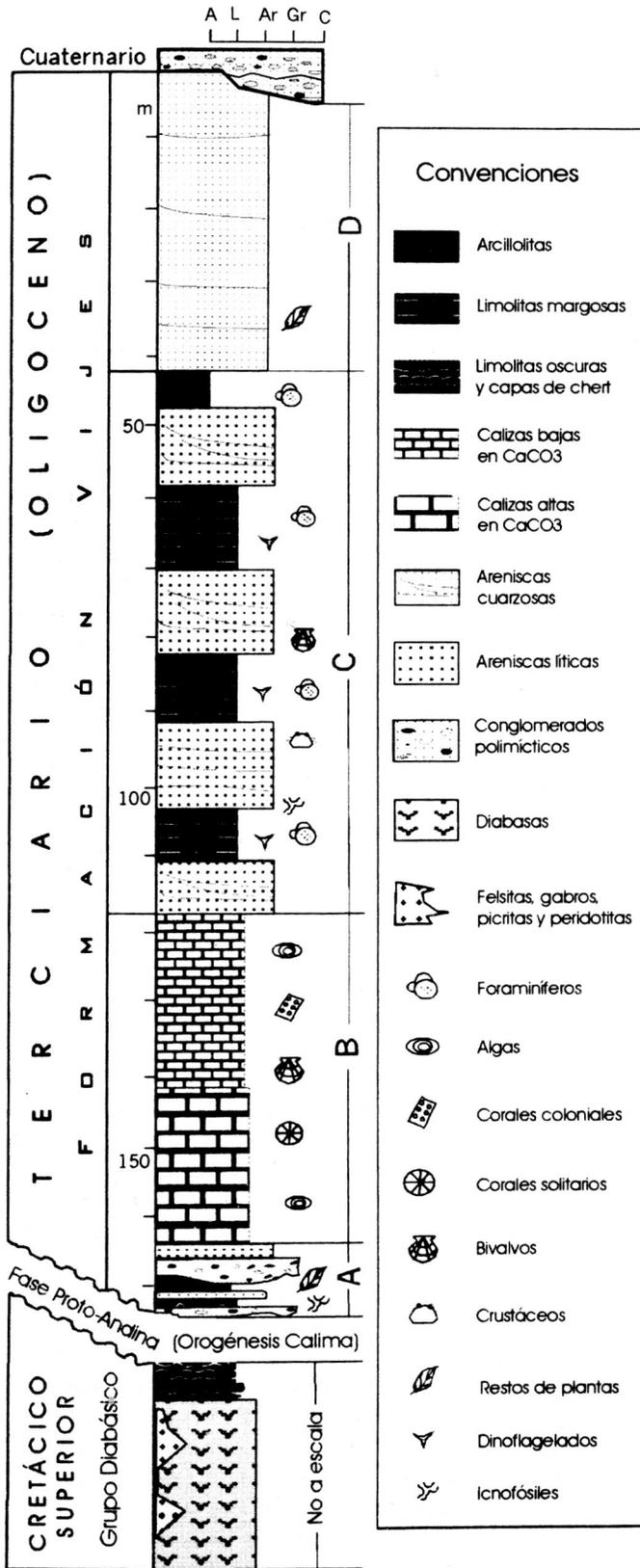


Fig. 2. Columna Estratigráfica generalizada en la región estudiada. A, B, C, D, E: conjuntos de la Fm. Vije descritos en el texto.

zonte de San Francisco” respectivamente. En el primero de ellos, Bürgl (en KEIZER 1954), reporta microfauna del Oligoceno; esto hace presumir una equivalencia temporal entre las facies heterópicas de las Formaciones Guachinte-Ferreira y Vije.

Valle del Cauca. Es una zona plana de hasta 30 km de ancho, conformada por sedimentos cenozoicos, que descansan, al parecer, sobre un basamento diabásico. En superficie domina el Cuaternario y consiste de sedimentos aluviales del Río Cauca y de conos laterales, más o menos coalescentes, de los cauces que descienden de ambos flancos de las cordilleras colindantes. El Terciario infrayacente, según los cortes mostrados por Mc COURT *et al.* (1984), puede alcanzar localmente unos 1500 m de espesor, pero sólo se sabe que está constituido por sedimentos esencialmente continentales al oriente y parálidos a marinos al occidente. En el sector de interés, el Río Cauca corre muy próximo al costado occidental del valle, lo cual sugiere un basculamiento reciente en esa dirección, o un desplazamiento producido por exceso de aportes desde la Cordillera Central.

ESTRATIGRAFÍA DE LA FORMACIÓN VIJES

En el área de estudio, la Formación Vije reposa discordantemente sobre diferentes elementos litológicos del Gr. Diabásico y sobre las rocas intrusivas a él asociadas. Hacia la parte superior del mismo se encuentran intercalaciones sedimentarias areno-rudáceas y pelíticas, cartografiadas por Mc COURT *et al.* (1984) en el sector al occidente de la Q. Peñalisa como “rocas sedimentarias dentro Kv. Lutitas, areniscas, shales y cherts”. Empero, VILLABONA (1994) las separa como una unidad denominada Formación Confites, por analogía con el Conjunto de Confites de HUBACH & ALVARADO (1934), expuesto en los alrededores de Jamundí, al sur de Cali, y que dichos autores consideraron como el elemento basal del Grupo Cauca. Para una discusión más detallada con respecto al Conjunto de Confites, véase PORTA (1974: 32 y 149). Sin embargo, y aunque se trata de un asunto no estudiado en detalle esta vez y que amerita una investigación posterior, resulta extraño que HUBACH & ALVARADO, autores del término Conjunto de Confites, no lo hayan re-

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
BIBLIOTECA

portado luego de sus visitas a la región de Vijes, de la cual presentan información relativamente detallada. Por otra parte, en la totalidad de los pozos estudiados y en los afloramientos del sector oriental, la Fm. Vijes reposa directamente sobre diabasas y rocas intrusivas, lo cual indica que la conservación de las sedimentitas del Grupo Diabásico al occidente de la Q. Peñalisa, es un asunto local, y que el contacto con la Fm. Vijes es claramente discordante.

En la región estudiada se presenta un fallamiento escamativo de alto ángulo con vergencia hacia el occidente, descrito en primera instancia por ALFONSO *et al.* (1994), que involucra al basamento cretácico y a la cobertera terciaria, por lo cual, a nivel de afloramientos, no ha sido posible observar una sucesión estratigráfica completa de la Formación Vijes. No obstante, de la información combinada de afloramientos y de pozos, se integró la columna ilustrada en la Fig. 2, que de base a techo está conformada por:

1. El yacente Grupo Diabásico. Como se indicó, está constituido en el área estudiada por diferentes litologías, entre la que se destacan coladas de diabasas, basaltos vesiculares (en ocasiones columnares, con textura amigdaloides y esferulítica), y sedimentitas oscuras, localmente muy deformadas, con boudinage disyuntivo y pliegues megascópicos, que incluyen limolitas margosas y no calcáreas, areniscas muy oscuras y duras, paquetes de capas decimétricas de chert y conglomerados brechosos y vulcanoclásticos. Como anotaron HUBACH & ALVARADO (1934), por sectores se encuentran también pequeños cuerpos intrusivos que incluyen las llamadas "Felsitas de Vijes", gabros, peridotitas y picritas. Las Felsitas de Vijes son consideradas por KERR *et al.* (1996) como la expresión de magmas altamente evolucionados que conducen a la coexistencia de rocas félsicas y básicas, asociadas con brechas volcánicas y tobas, semejantes a los conocidos de la meseta volcánica de Islandia. Cuando el yacente está conformado por las diabasas y las demás rocas ígneas, éstas muestran una zona de alteración previa a la sedimentación de la Formación Vijes, que en los afloramientos y pozos alcanza hasta 20 m de espesor.

2. La Formación Vijes, en la que se diferencian cuatro conjuntos principales:

A) *Conglomerado polimíctico basal.* Matriz a clasto-soportado, de color gris oscuro a verdoso, compuesto por cantos subredondeados de las rocas subyacentes. La matriz limo-arenosa calcárea contiene por lo común restos de bivalvos, gasterópodos, esponjas y en muestras frescas muestra el desarrollo de algas calcáreas *in situ* que envuelven los cantos. Localmente ocurren también asociaciones decimétricas a métricas de capas arenosas, finogranulares y limosas con icnofósiles

semejantes con *Thalassinoides* y restos bien conservados de plantas; a veces, antecediendo a las calizas se pueden observar también capas centimétricas a métricas de areniscas gris-blancuzcas, medio a grueso granulares, cuarzosas y con gránulos de chert. El espesor del conglomerado basal varía entre 0 y 25 m, siendo más potente y explícito en el sector al occidente y noroccidente de Vijes. Las variaciones de espesor sugieren, entonces, que este conglomerado basal constituye un relleno local de depresiones paleotopográficas previas al depósito de las calizas subsiguientes.

- B) *Conjunto de calizas.* De color gris oscuro a gris amarillento, en capas decimétricas a métricas, con espesor entre 30 y 40 m, accesibles en muchos lugares debido al apreciable número de canteras activas en la región. De acuerdo con el contenido de carbonato, se diferencian tres tipos: "calizas bajas" ($\text{CaCO}_3 < 60\%$), "calizas intermedias" (CaCO_3 entre 61 – 80 %) y "calizas altas" ($\text{CaCO}_3 > 80\%$). Las calizas altas ocupan la parte más baja de la secuencia. Se trata principalmente de bioesparitas con algas, macroforaminíferos y restos de esponjas y corales, con contenidos menores de restos de invertebrados como bivalvos, gasterópodos, equinodermos, corales solitarios y coloniales. Se intercalan esporádicos mantos arrecifales de corales hermatípicos, con colonias casi intactas, en posición subvertical con respecto a la estratificación. Excelentes exposiciones de las calizas coralinas se tienen en la cantera Monserrate, en el sector de Las Guacas al Occidente de Vijes.
- C) *Conjunto alternante de lodolitas y areniscas finogranulares.* Bien expuesto al Oriente de la Quebrada Peñalisa, con espesor próximo a 80 m. Tanto las lodolitas como las areniscas conforman paquetes decamétricos alternantes, fácilmente reconocibles en los afloramientos por su resistencia diferencial a la erosión. Buena parte de las lodolitas son margosas y por lo general ricas en los microfósiles aquí reportados. En sección delgada, algunos de estos sedimentos resultan ser biomicritas compuestas por un 30 a 35% de CaCO_3 , 25 a 35% de glauconita y un 30 a 35% de cuarzo y líticos. Las secciones mejor conservadas son las cortadas en los pozos exploratorios de Cementos del Valle, S.A. en la zona meridional del área. Las lodolitas contienen además restos de bivalvos y ocasionalmente de crustáceos. Las areniscas que presentan aspecto característico de "sal y pimienta", poseen también glauconita y tienen alto contenido de arcilla y limo, minerales inestables y líticos finos.

TABLA 1
Edades asignadas a la Fm. Vijes por diferentes autores.

		STUTZER (1934)	HUBACH & ALVARADO (1934)	KEZZER (1964)	HUBACH (1967)	NELSON (1967)	VAN DER HAMMEN (1968)	BÜRGL (1961)	BÜRGL (1965)	SCHWINN (1969)	AOKI et al. 1977	ALVAREZ (1978)	ESTE TRABAJO
MIOC.	TEMPRANO	■								■	■	■	
	TARDÍO	■	■		■			■			■		
	TEMPRANO	■	■	■	■	■	■		■				■
OLIGOCENO	TARDÍO												
	TEMPRANO												
	TEMPRANO												
EOCENO	TARDÍO												
	MEDIO												
	TEMPRANO												

Tabla 1. Opiniones acerca de la edad de la Formación Vijes.

A pequeña escala se aprecia estratificación centimétrica a decimétrica planoparalela a ondulosa. Algunas de ellas presentan icnofósiles no identificados en la base.

- D) *Conjunto de areniscas cuarzosas blanco-grisáceas, muy compactas, en capas de centímetros a decímetros, algunas de ellas con concreciones silíceas conservadas sólo al sur inmediato de Vijes y en el sector Nororiental de la Quebrada Peñalisa, donde presentan también restos de plantas aún no estudiados. El espesor estimado es de unos 40 m. Una muestra del sector al sur de Vijes contiene wollastonita, producida, tal vez, durante la intrusión de un cuerpo post-oligocénico; empero, el cuerpo intrusivo que causó el metamorfismo de contacto no fue observado en el campo.*

3. El Suprayacente Cuaternario. Constituido por derrubios de ladera y materiales aluviales del Río Cauca, o sus afluentes. Sin embargo, en la mayoría de los afloramientos el nivel actual de erosión se encuentra a nivel de la Formación Vijes.

BIOESTRATIGRAFÍA

Como ya se indicó, hasta ahora, la edad de la Formación Vijes no había sido claramente establecida. HUBACH & ALVARADO (1934) incluyeron las "Calizas de Vijes" en el "Piso del Cauca", considerado por ellos simplemente como Terciario Inferior. HUBACH (1957), revisa esta unidad y con base en la presencia de algunos ejemplares de *Venericardia*

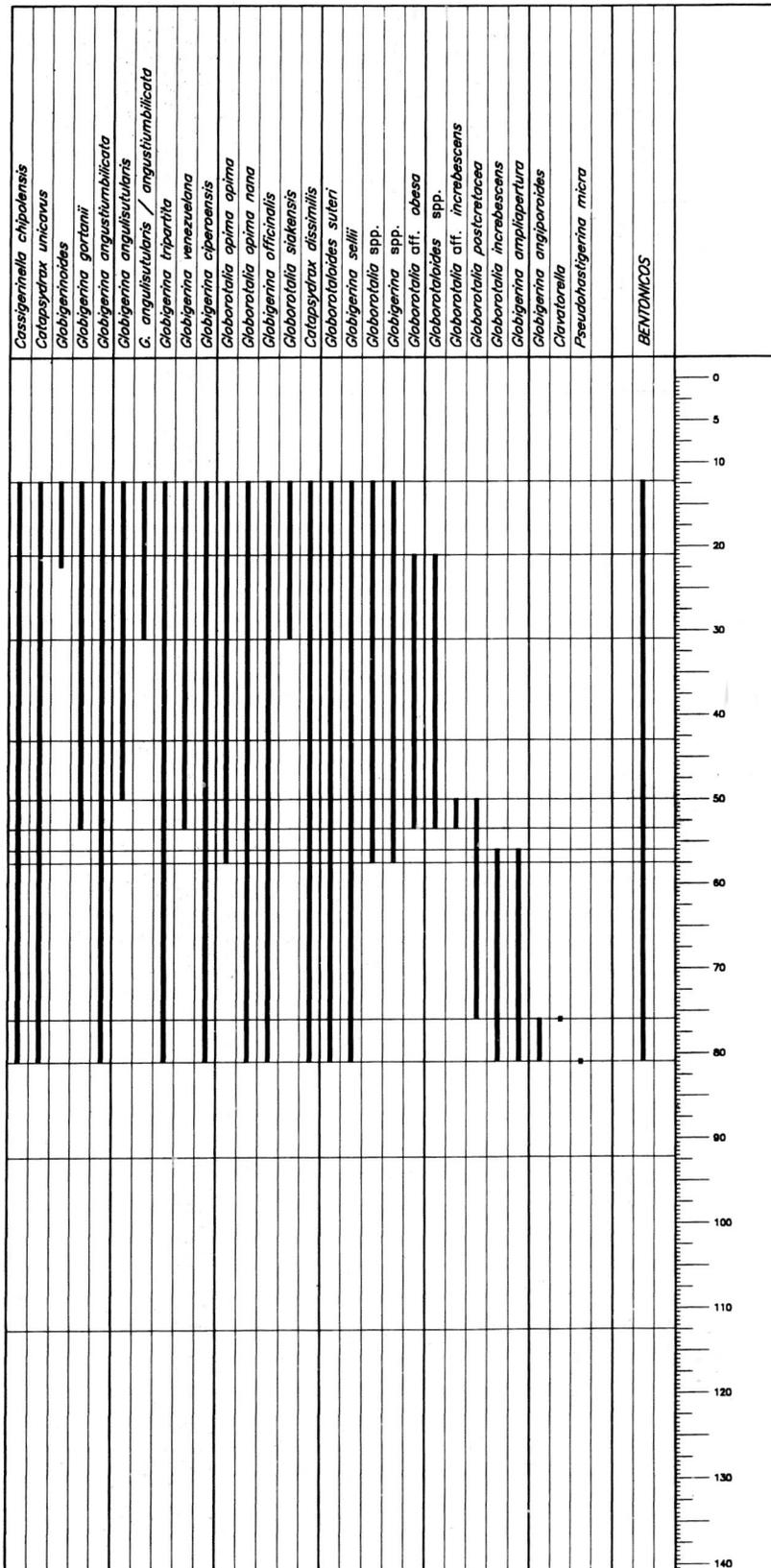
propone una edad eocena tardía. Bürgl (1961, 1965), la considera oligocena. SCHWINN (1969) indica que, según INTERCOL, se trata de rocas del Mioceno temprano. AOKI et al. (1977) correlacionan directamente la Formación Vijes con la Formación Guachinte y postulan para aquella una edad comprendida entre el Oligoceno y el Mioceno Inferior. ALVAREZ (1978), considera que la Formación Vijes podría representar el Mioceno Inferior (v. tabla 1).

De acuerdo con los resultados aquí presentados, la microfauna y palinomorfos procedentes principalmente de las limolitas oscuras, algo margosas, de la parte media de la Formación Vijes en los núcleos del Pozo V3-A, permiten establecer una edad oligocena y un subambiente marino de aguas cálidas para dicha unidad, despejando así algunas dudas respecto al origen, medio de depósito y posición estratigráfica de la misma. Cabe anotar que en las calizas de la parte basal de la Formación Vijes, se presentan foraminíferos bentónicos robustos (*Lepidocyclinas*, *Miocyclinas* y afines) los cuales aún son motivo de estudio.

Palinología

Las doce muestras seleccionadas presentaron buenas asociaciones de palinomorfos, siendo importante resaltar la co-ocurrencia de las esporas *Verrucatosporites usmensis* (GERMERAAD et al. 1968), *Cicatricosisporites dorogensis* (POTONIE & GELLETICH 1933) y *Magnastriatites grandiosus* (DUEÑAS 1980). *V. usmensis* es característico, en la parte Norte de Suramérica, de sedimentos terciarios con edades comprendidas entre el Eoceno Tardío y el Plioceno,

TABLA 2
Distribución de los palinomorfos encontrados en la Fm. Vijes (Cont.)



gánica recuperada de ellos es de origen continental. Esto indica que su depósito tuvo lugar en una cuenca cercana a la línea de costa, la cual recibía un gran aporte sedimentario proveniente de corrientes fluviales.

En las asociaciones palinológicas recuperadas de las muestras seleccionadas para análisis es posible observar que la preservación de los palinomorfos de origen continental es muy pobre (polen y esporas), lo cual contrasta con la excelente preservación de los palinomorfos de origen marino (dinoflagelados y algas). Esta situación sugiere que los palinomorfos continentales sufrieron un transporte (fluvial) antes de ser depositados en la cuenca marina somera. También consideramos interesante señalar la presencia, de elementos redepositados tales como *Retibrevitricolpites trianguliformis* (Eoceno), *Proxapertites humbertoides* (Paleoceno) y *Araucariacites* sp. (Cretácico), en la parte intermedia de la sección estudiada, lo cual es una indicación de que las corrientes fluviales oligocenas erosionaron rocas preexistentes antes de depositar sus sedimentos en la cuenca marina.

Desde el punto de vista paleogeográfico, es importante señalar que las asociaciones palinológicas obtenidas de las muestras de la Formación Vijes, son similares a las asociaciones palinológicas recuperadas de muestras de la Formación Ciénaga de Oro, Cuenca del Valle Bajo del Magdalena (DUEÑAS 1986) y de la Formación Carbonera en el área del Piedemonte Llanero.

La lámina 1 presenta varios tipos de palinomorfos encontrados durante el estudio de las muestras de la Formación Vijes.

TABLA 3. Distribución de foraminíferos planctónicos encontrados en la Fm. Vije (Cont.).

Especies de Hongos	POLEN & ESPORAS	ALGAS	PALINOMORFOS	
			MARINOS	
<i>Microsthenus</i>				
<i>Psilatritiles</i> spp.				
<i>Verrucatosporites usmensis</i>				
<i>Cicatricosporites dorogensis</i>				
<i>Magnastriatites grandisus</i>				
<i>Verrucatosporites</i> spp.				
<i>Mauritidites francisci</i>				
<i>Perimonoleles</i> spp.				
<i>Anuliparites</i> spp.				
<i>Retitricolpites amapaensis</i>				
<i>Perisyncolpites pokorny</i>				
<i>Psilamoneles</i> spp.				
<i>Verrutritiles etayi</i>				
<i>Bombacoidites</i> spp.				
<i>Echitritiles cf. muelleri</i>				
<i>Psilatricolpites transversalis</i>				
<i>Ilexpollenites duranii</i>				
<i>Grimdalea minor</i>				
<i>Retimonocolpites</i> spp.				
<i>Dikymites</i> spp.				
<i>Psilatricolpites crassus</i>				
<i>Zonocostites ramonae</i>				
<i>Mauritidites cf. pachyevrinatus</i>				
<i>Peltandriplex</i> spp.				
<i>Iyrtiodiscus vanderhammenii</i>				
<i>Pediastrum</i> spp.				
<i>Belyococcus</i> spp.				
<i>Microforaminíferos (Innings)</i>				
<i>Dinoflagelates</i>				
<i>Polymorfos redepositados</i>				

planctónicos y bentónicos grandes sobre medianos, y de estos sobre pequeños; c) en la muestra 8, alta abundancia, buena preservación en color pardo claro y dominio de planctónicos muy pequeños y pequeños sobre planctónicos y bentónicos de tamaños medianos; d) en las muestras 5 y 2, el color de la preservación pasa a color miel claro acompañado de menor cantidad de materia orgánica y un claro dominio de foraminíferos planctónicos muy pequeños y pequeños sobre la restante población microfaunística. El presente análisis bioestratigráfico no incluye especies de la población de bentónicos, pues aún son objeto de estudio.

En la tabla 3 se presenta la distribución de los foraminíferos planctónicos seleccionados de la sección litológica analizada de la Formación Vije y su equivalencia con el esquema zonal de Blow (1970). Mediante la confrontación de los datos aquí adquiridos con datos de la misma bioprovincia se reconocen tres biozonas de foraminíferos planctónicos. En principio, se presume que la zona más antigua y más joven no se hallan completas, o que se encuentren ocultas en sectores de los que no se tuvo muestras. Sin embargo, es de anotar que el intervalo analizado por encima de dichas zonas, resultó estéril en foraminíferos y que en la sección son frecuentes y abundantes los foraminíferos por retrabajamiento procedentes del Eoceno, y más antiguos (hasta del Campaniano). Se anota que el "Datum" *Globigerinoides*, que según varios autores, indica el límite Oligoceno / Mioceno, aparece aquí en la Zona más joven registrada (Zona de *Globorotalia opima opima*) y que, en contraste, no se reconoció la biozona más alta del Oligoceno (Zona de *Globigerina ciperoensis*) en cuyo tope se acepta la primera ocurrencia de dicho Datum.

De más antigua a más joven las biozonas son: a) **Zona de *Cassigerinella chipolensis* / *Pseudohastigerina micra*** (cf. BOLLI

1966; STAINFORTH *et al.* 1975) del Oligoceno. El tope se reconoce por la extinción de *Pseudohastigerina micra* (Lám. 2, Fig. 1) en la muestra 24 del nivel a -75.5 m. Son diagnósticos de esta Zona la concurrencia de las especies dominantes y *Globigerina ciperoensis* (Lám. 2, Fig. 2), *Globigerina gortanii* (Lám. 2, Fig. 3) y *Globigerina selli* (Lám. 2, Fig. 4) que aparecen por primera vez en la muestra 26 a -81 m. Además, en los núcleos estudiados de esta Zona son importantes en abundancia *Globorotalia increbescens* (Lám. 2, Fig. 5), *Globigerina tripartita* (Lám. 2, Fig. 6), *Globigerina officinalis* (Lám. 3, Fig. 1), *Globigerina angustiumbilicata* (Lám. 3, Fig. 2), *Globorotaloides suteri* (Lám. 3, Fig. 3) y *Catapsydrax unicavus* (Lám. 3, Fig. 4), *Globorotalia nana* y *Catapsydrax unicavus*.

b) Zona de *Globigerina ampliapertura* (cf. BOLLI 1957, 1966), de edad oligocena. El tope se ubica bajo de la primera aparición de *Globorotalia opima opima* (Lám. 3, Fig. 5) en la muestra 14b del nivel -56 m; diagnóstica de esta Zona es la presencia de *Globigerina ampliapertura* (Lám. 3, Fig. 6), cuya extinción se presenta acompañada por la primera aparición de *Globigerina angulisuturalis* (Lám. 4, Fig. 1) en la muestra 14 del nivel -53.5 m, que también es un buen indicador del tope de la zona. En las muestras estudiadas, son además características de esta Zona la extinción de *Globorotalia increbescens* en la muestra 14b, y la presencia, en toda la Zona, de muy pequeños globorotalídeos en formas afines a *Globorotalia postcretacea*.

c) Zona de *Globorotalia opima opima* (cf. BOLLI 1957; STAINFORTH *et al.* 1975) de edad Oligoceno. El tope se reconoce por la extinción de *Globorotalia opima opima*. A pesar de ser característica de esta zona la presencia de la especie dominante y la extinción de *Globigerina gortanii*, y de *Globigerina angulisuturalis*, en las muestras investigadas no se reconocen tales extinciones. En cambio, se registra en ellas la aparición de *Globorotalia siakensis* (Lám. 4, Fig. 2) en la muestra 5 del nivel -21 m; el primer registro de *Globigerina angulisuturalis* en la muestra 14 del nivel -53.5; la frecuencia de ejemplares típicos de *Globorotalia postcretacea* (Lám. 4, Fig. 3); la gran abundancia de *Globigerina venezuelana* (Lám. 4, Fig. 5); y la primera aparición de muy pequeños *Globigerinoides* (Lám. 4, Figs. 6 y 7).

Según se argumentó, las muestras estudiadas de la Formación Vijes representan el Oligoceno, y cubren parcialmente el Rupeliense, identificado mediante las biozonas *Pseudohastigerina micra* / *Cassigerinella chipolensis* y *Globigerina ampliapertura* y cubre también parte del Chatiense, reconocido por la Zona *Globorotalia opima opima*.

En la biozona *Globorotalia opima opima*, en la muestra 5 del nivel a -21 m, aparece por primera vez

Globigerinoides, lo cual constituye un dato de gran importancia bioestratigráfica. Así, en casos semejantes descritos en Nueva Zelanda por JENKINS (1960, 1971), en Puerto Rico por SEIGLIE (1973) y en núcleos del Golfo de Méjico y del Océano Atlántico por STAINFORTH *et al.* (1975), se registra la existencia de ejemplares muy pequeños identificados como *Globigerinoides apersuturalis* y *Globigerinoides quadrilobatus primordius* en la Zona *Globigerina ciperoensis* y, ocasionalmente, en el tope de la Zona *Globorotalia opima opima*. Por tal razón, aunque su presencia resulta un excelente indicador local de finales de la Zona de *Globorotalia opima opima*, se sugiere, como anotaran STAINFORTH *et al.* (*op. cit.*), usar *Globigerinoides* "Datum" con mayor significación con respecto a la evolución, entendiéndolo como un nivel en el cual se inicia la especiación del género *Globigerinoides*, y no en el sentido temporal, atribuyéndolo como índice del límite Oligoceno / Mioceno.

Globigerinoides es actualmente reconocido como un foraminífero planctónico hispido, micro-reticular que incluye varios morfotipos. Cambios en la forma, tamaño, número y posición de sus cámaras, de sus aberturas y de sus suturas intercamerales, son entre otros los criterios utilizados para la diferenciación específica. Por ello, no es aconsejable asignar especies a este género mientras no se realicen estudios mediante imágenes de microscopía electrónica de barrido (SEM), ya que fácilmente puede confundirse con microglobigerinas del Oligoceno Tardío.

En cuanto a paleobiogeografía, es importante señalar que asociaciones semejantes a las aquí reportadas, han sido encontradas por el segundo autor de este estudio en otras áreas de Colombia como en la cuenca del Chocó, en el Valle Inferior del Magdalena y en costa afuera en el Caribe colombiano.

La naturaleza de los foraminíferos presentes en la Formación Vijes y las características generales de la microfauna, permiten deducir que las sedimentitas de la sección estudiada fueron depositadas en un subambiente marino de aguas cálidas. El intervalo temporal representado por las biozonas *Pseudohastigerina micra* / *Cassigerinella chipolensis* y *Globigerina ampliapertura* - en las lodolitas oscuras y las cuarzoarenitas finogranulares con alto contenido de materia orgánica-, con faunas ricas en globigerínidos, uvigerínidos, bolivínidos, rotálidos y macrofósiles, sugiere que dichos sedimentos representan un lapso breve de alta productividad orgánica en el sector suroccidental de Colombia, en subambientes tanto de mar abierto como de circulación restringida. Ese corto tiempo está relacionado con un ciclo de cuarto orden 4.4 (límite inferior) ó 4.5, aproximadamente entre los 34 y 33 Ma. (cf. HAQ *et al.* 1987), o coincidente con la Zona P18 y comienzos de la Zona P19-20 de BLOW (1969, 1970). De igual manera, el intervalo temporal, reconocido mediante la zona de *Globorotalia opima opima*, está relacionado con un ci-

clo de tercer orden 4.5, que culmina con una caída relativa del nivel del mar hacia los 30 Ma (cf. HAQ *et al.*, *op. cit.*), cuando se inicia un ciclo de primer orden 1.1, en coincidencia con la biozona P21 (BLOW 1969, 1970). Estas son no sólo evidencias de ambiente marino nerítico, sino que representan también dos sucesos transpacíficos, condensados entre los fuertes cambios climáticos ocurridos durante el Oligoceno.

CONCLUSIONES

1. Con base en el contenido micropaleontológico se define una edad oligocena *para las muestras estudiadas de la Fm. Vijes en el Pozo V3*.
2. La integración de los datos del subsuelo con los de afloramientos han permitido establecer una columna integrada de la Fm. Vijes con espesor cercano a 180 m, no conocida hasta ahora, en la que se distinguen cuatro conjuntos principales, depositados en diferentes ambientes, asociados seguramente con cambios del nivel del mar. Dicha columna demuestra que la Fm. Vijes no se compone sólo de calizas, de modo que la denominación "Calizas de Vijes", como sinónimo de Fm. Vijes, no tiene justificación de campo.
3. Las relaciones estratigráficas en los pozos y en los afloramientos indican que la Fm. Vijes reposa en discordancia sobre diferentes conjuntos del Gr. Diabásico, y que dichas unidades están separadas por un hiato de unos 50 MA.
4. Lo anterior refleja la existencia de una etapa diastrófica que condujo al levantamiento, deformación y erosión del Gr. Diabásico entre finales del Cretácico y comienzos del Oligoceno, tiempo en el que el mar volvió a cubrir, este sector del Valle del Cauca. De ser así, se trata de la llamada "Fase Proto-andina" de la Orogenia Andina, *sensu* VAN DER HAMMEN (1958:125), o de la "Orogenia Calima" de BARRERO (1979: 63) que, en términos amplios, dichos autores entienden como acaecida entre el Cretácico Terminal y el Terciario Temprano. Un efecto temprano de los levantamientos orogénicos tempranos antedichos serían las emersiones locales del basamento del Valle del Cauca sugeridas MORENO *et al.* (1993: 144).
5. La ingresión oligocena que dio lugar a la acumulación de la Fm. Vijes podría ser responsable, también, del depósito de los Horizontes Marinos

de La Leona y de San Francisco, como lo insinuaron AOKI *et al.* (1977).

6. El contenido macro y micropaleontológico de la Fm. Vijes es propio de una región con aguas cálidas que, en un comienzo, permitieron la acumulación de un substrato propio para el florecimiento de colonias algáceas y coralinas, pero luego, por fluctuaciones ascendentes del nivel del mar, condujeron al depósito de limolitas, margas y calizas margosas, muy ricas en organismos fósiles planctónicos, de plataforma media. No obstante, los palinomorfos y la materia orgánica recuperada de estos sedimentos indican un importante aporte terrígeno.
7. Con base en el contenido microflorístico y microfaunístico, se establece la presencia de las Biozonas palinológicas *Verrucatosporites usmensis* y *Cicatricosisporites dorogensis* y las biozonas de foraminíferos planctónicos *Cassigerinella chipolensis/Pseudohastigerina micra*, *Globigerina ampliapertura* y *Globorotalia opima opima*, indicativas de los pisos Rupeliense y Chatiense, tal como se indica en la tabla 3.
8. El levantamiento "final" de la Cordillera Occidental (o Fase Eu-Andina de VAN DER HAMMEN 1958:125), debió ocurrir durante o luego del Mioceno, como consecuencia de un evento tectónico compresivo que, en el sector estudiado produjo una tectónica de fallamiento-plegamiento, con escamación que involucra el basamento cretácico y la cobertera terciaria, con transporte tectónico hacia el occidente.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la empresa Cementos del Valle S. A. por haber facilitado algunas muestras de núcleos de perforación del pozo exploratorio V3-A, que fueron la base de este trabajo. Asimismo, se agradece a BIOS LTDA, en cuyos laboratorios se llevaron a cabo la preparación y análisis de las doce muestras seleccionadas para este trabajo.

REFERENCIAS CITADAS

- AGUIRRE, L. (1989): Metamorfismo pre-orogénico cretácico y marco geotectónico Cordillera Occidental de Colombia (perfil Buga - Buenaventura).- Revista Geológica de Chile No. 16 (2), pp.123-144, Santiago de Chile.
- ALFONSO, C. A., SACKS, P. E., SECOR, D.T. RINE, J. & PÉREZ, V. (1994): A Tertiary fold and thrust belt in the Valle del Cauca Basin, Colombian Andes.- Jour. South. Am. Earth Sc. Vol. 7 (3/4), pp. 387-402.

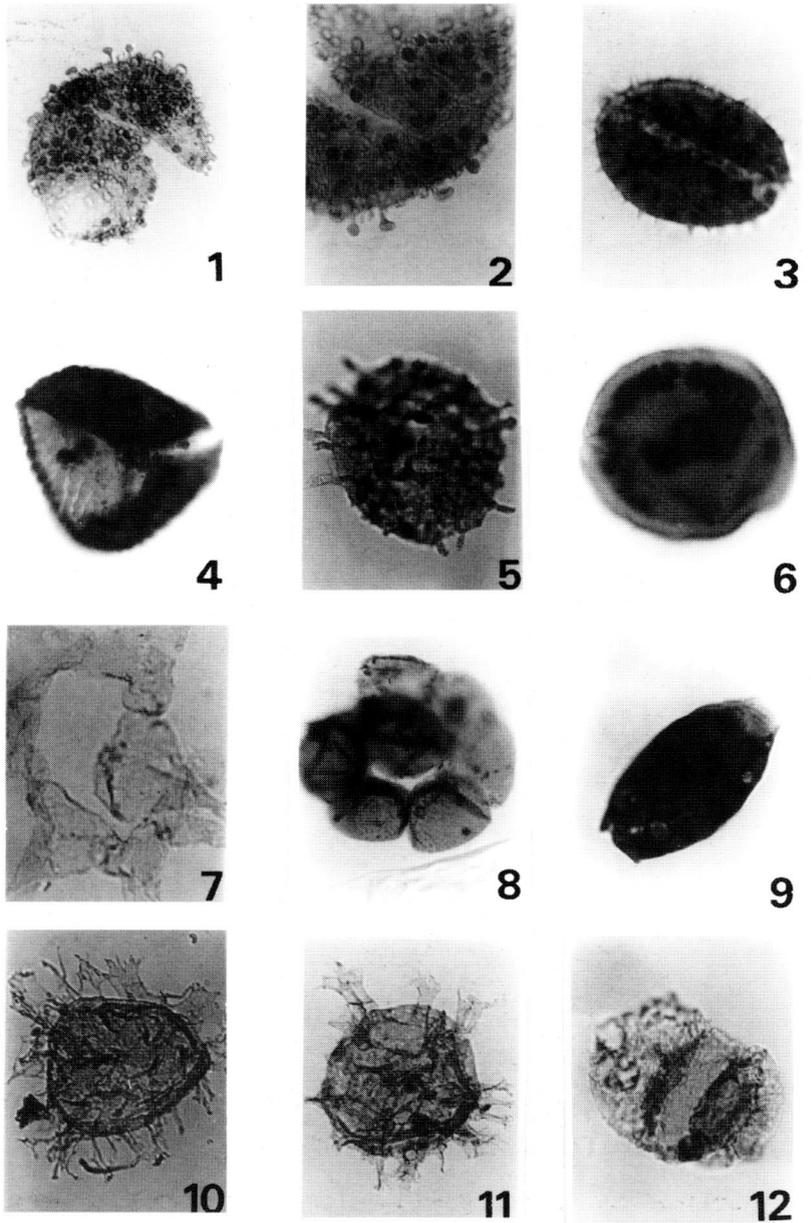
- ALVAREZ, J. (1978): Geología de la Cordillera Central y el Occidente Colombiano y petroquímica de los intrusivos granitoides meso-cenozoicos.- Bol. Geol. Vol. 26 (2), pp. 1-175. INGEOMINAS, Bogotá.
- AOKI, M. SATO, S. NISHIDA, H. SHIMIZU, S. MASUMOTO, S. YOSHIKAI, M. TSUDA, K. (1977): Informe del Estudio del Plan de Desarrollo Carbonífero de la Zona del Valle del Cauca en la República de Colombia.- Japan International Cooperation Agency, (Mscr. 146 pp.).
- ASPDEN, J. A. (1984): The Geology of the Western Cordillera Department of Valle, Colombia. INGEOMINAS.- Misión Británica (British Geological Survey), Report No. 4. Cali.
- ASPDEN, J. A. NIVIA, A. & MILLWARD, D. (1984): Plancha 279 Dagua, Escala 1:100.000, INGEOMINAS, Bogotá.
- BANDY, O.L. (1964): Cenozoic planktonic foraminiferal Zonation.- Micropaleontology, Vol. 12, pp.1-17, New York.
- BARRERO, D. (1979): Geology of the Western Cordillera, West of Buga and Roldanillo, Colombia.- Publ. Geol. Espec. INGEOMINAS, No. 4, pp. 1-75. Bogotá.
- BLOSS Ltda. (1998): Regional Stratigraphic Project. Stratigraphy of the Lower Mugrosa, Esmeraldas, La Paz, Lisama and Umir Formations in the Rio Sogamoso Section. Middle Magdalena Basin, Colombia.- Reporte interno.
- BLAU, J., MORENO, M. & SENFF, M. (1995): *Palaxius caucaencis* n. sp., a crustacean microcoprolite from the basal Nogales Formation (Campanian to Maastrichtian) of Colombia.- Micropaleontology, Vol. 41 (1), pp. 85-88.
- BLOW, W. H. (1969): Late Middle Eocene to Recent planktonic foraminiferal biostratigraphy.- International Conference Planktonic Microfossils, 1st, Geneva 1967, Proc., Vol.1, pp.199-422, London.
- _____ (1970): Validity of biostratigraphic correlations based on the Globigerinacea.- Micropaleontology, Vol. 16, pp. 257-268, New York
- BLOW, W. H. & BANNER, F. T. (1962): The Mid-Tertiary (Upper Eocene to Aquitanian) Globigerinacea.- In: Eames, F. E. *et al.*, Fundamentals of Mid-Tertiary stratigraphical correlations, Cambridge Univ. Press. pp. 61-151. Melbourne.
- BOLLI, H. M. (1957): Planktonic Foraminifera from the Oligocene-Miocene Cipero and Lengua Formations of Trinidad.- U.S. National Museum Bulletin, No. 215, pp.155-172, Washington, D.C.
- _____ (1959): Planktonic Foraminifera as index fossils in Trinidad, West Indies, and their value for worldwide stratigraphic correlations.- Eclogae Geol. Helvetiae, Vol. 52, pp. 627-637, Amsterdam.
- _____ (1966): Zonation of Cretaceous to Pliocene marine sediments based on planktonic Foraminifera.- Asociación Venezolana de Geología, Minería y Petróleo, Boletín Informativo, Vol. 9, pp. 3-32, Caracas.
- BÜRGL, H. (1961): Historia Geológica de Colombia.- Rev. Acad. Colombiana Cienc. Exac. Fis.- Nat, Vol.11 (43), pp.137-194. Bogotá.
- _____ (1965): El Límite Oligo-Mioceno en el Terciario Marino de Colombia.- Rev. Acad. Colombiana Cienc. Exac. Fis.- Nat. Vol.12, (47), pp. 245-258. Bogotá.
- DUEÑAS, H., (1980): Some remarks about the genus *Magnastriatites germeraad*, Hopping and Muller, 1968.- Review of Paleobotany and Palynology, No. 30, pp. 315-317.
- DUEÑAS, H., (1986): Geología y Palinología de la Formación Cienaga de Oro, región Caribe Colombiana.- Publ. Geol. Esp. INGEOMINAS No. 18, pp. 1-51.
- ETAYO-SERNA, F., PARRA, E. & RODRIGUEZ, G. (1982): Análisis facial del 'Grupo Dagua' con base en secciones aflorantes al Oeste de Toro (Valle).- Geología Norandina, No. 5, pp. 3-12, Bogotá
- GERMERAAD, J.H., HOPPING, C.A. & MULLER, J. (1968): Palynology of Tertiary sediments from tropical areas.- Review of Paleobotany and Palynology, No. 6, pp. 189-348. Amsterdam.
- HAQ, B. U., HARDENBOL, J., VAIL, P. R. (1987): Chronology of Fluctuating Sea Levels Since the Triassic.- Science, v. 253, pp. 1156-1167, New York.
- HUBACH, E. (1957): Contribución a las Unidades Estratigráficas de Colombia. Serv. Geol. Nal.- Informe 1212, pp. 1-166. Reimpreso en CEGOC 17, 1994. Bogotá.
- HUBACH, E. & ALVARADO, B. (1934): Geología de los departamentos del Valle y Cauca, en especial del carbón. Serv. Geol. Nal.- Informe 224, 467 pp.; Reimpreso en CEGOC 18, Bogotá.
- JENKINS, D. G. (1960): Planktonic Foraminifera from the Lakes Entrance oil shaft, Victoria, Australia.- Micropaleontology, Vol. 6, pp. 345-371, New York.
- _____ (1971): New Zeland Cenozoic planktonic Foraminifera.- New Zeland Geological Survey Paleontology Bulletin, Vo. 42, pp. 1-278, Wellington.
- KEIZER, J. (1954): Estudios Geológicos en la Región de Jamundi entre los ríos Guachinte y Jordán.- Serv. Geol. Nal, Informe 1064, pp. 1-138. Bogotá.
- KERR, A. C., TARNEY, J., MARRINER, G., NIVIA, A., KALVER, G. TH. & SUANDERS, A. D. (1996): The geochemistry and tectonic setting of late Cretaceous Caribbean and Colombian volcanism.- Jour. South Am. Earth Sc. Vol. 9 (1/2), pp. 111-120.
- Mc COURT, W.J. ASPDEN, J.A. & BROK M. (1984): New geological and geochronological data from the Colombian Andes: Continental Growth by multiple accretion.- Jour. Geol. Soc. London, Vol. 141, pp. 831-845.
- MORENO, M., PARDO, A. & GÓMEZ, J. de A. (1993): Evidencias paleontológicas de emersión parcial del basamento oceánico del Valle del Río Cauca durante el Campaniano-Maastrichtiano.- Mem. VI Congr. Colombiano Geol., T1. pp. 143-151. Medellín
- MULLER, J. M., DI GIACOMO. E. & Van ERVE, A. W.(1987): A

- Palynological zonation for the Cretaceous, Tertiary and Quaternary of Northern South America.- A.A.S.P. Contributions Series, Number 19, pp. 1-76
- NELSON, H.W. (1959): Contribution to the geology of the Central and Western Cordillera of Colombia in the sector between Ibagué and Cali.- *Leidsche Geol. Meded.* 22, pp. 1-75. Leiden.
- PARDO, A., MORENO, M. & GOMEZ A. de J. (1993): La 'Formación Nogales': una unidad sedimentaria fosilífera del Campaniano-Maastrichtiano aflorante en el flanco occidental de la Cordillera Central Colombiana.- *Mem. VI Congr. Colombiano Geología*, T1, pp. 248-261, 5 Figs., Medellín.
- PORTA, J. de (1974): Colombie (deuxième partie), Tertiaire et Quaternaire. *Lex. Strat. Internat.*, Vol. V, Fasc. 4b.- Union Internat. Sc. Géol., 690 pp. Paris.
- POSTUMA, J.A. (1971): *Manual of planktonic Foraminifera*.- Elsevier Publ. Co., pp. 1- 420. Amsterdam
- POTONIE, R., & GELLETICH, J. (1933): Über Pteridophyten – Sporen einer eocänen Braunkohle aus Dorog in Ungarn.- *Sitzungen Naturforsch.* 2, pp. 517-528, Berlin.
- RODRIGUEZ, G. (1981): Facies prehnita - pumpellyita en rocas de los Grupos Diabásico y Dagua en la parte central y sur de la Cordillera Occidental (Colombia).- *Geol. Norandina* No. 3, pp. 3-10, Bogotá.
- SCHWINN, W. (1969): The Geology of the Cali Area, Valle del Cauca, Colombia.- *Publ. In: Geol. Field Trips Colombia 1959-1978*, Colombian Soc. Petrol. Geol. Geophys.(1979), pp. 277-297, Ed. Geotec, Bogotá.
- SEIGLIE, G. A. (1973): Revision of Mid-Tertiary stratigraphy of southwestern Puerto Rico.- *Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull.* Vol. 57, pp. 405-406, Tulsa.
- STAINFORTH, R. M. (1948): Description, correlation and paleoecology of Tertiary Cipero marl Formation, Trinidad.- *Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull.* Vol. 32, pp. 1292-1330, Tulsa.
- _____ (1954): Comments on the Caribbean Oligocene.- *Geol. Mag.*, Vol. 91, pp. 1-175, Caracas
- _____ (1960): Current status of transatlantic Oligocene-Miocene correlation by means of planktonic Foraminifera.- *Micropaleontology*, Vol. 2, pp. 219-230, New York
- STAINFORTH, R.M., LAMB, J. L., LUTERBACHER, H., BEARD, J. H., & JEFFORDS, R.M. (1975): Cenozoic Planktonic Foraminiferal Zonations and Characteristics of Index Fossils.- *University of Kansas, Paleontological Contributions*, Article 62, - 425pp., Lawrence.
- VAN DER HAMMEN, T. (1958): Estratigrafía del Terciario y Maastrichtiano Continentales y Tectogénesis de los Andes Colombianos.- *Bol. Geol. Serv. Geol. Nal.*, Vol. 4 (1-3), pp. 87-128, Bogotá.
- VILLABONA, R., J. (1994): Geología y evaluación económica de las calizas de la Formación Vijes en el Municipio de Vijes (Valle del Cauca).- *Trabajo de Grado*, Universidad Industrial de Santander, (Mscr., pp. 1-105). Bucaramanga.

Manuscrito recibido, Octubre de 2000

Lámina 1. Ejemplos de algunos palinomorfos de la Fm. Vijes.

- Fig. 1. *Dilwynites* sp. (polen)
- Fig. 2. *Dilwynites* sp. (polen), detalle.
- Fig. 3. *Mauritiidites franciscoi* cf *Pachyexinatus* (polen)
- Fig. 4. *Cicatricosisporites dorogensis* (espora)
- Fig. 5. *Grimsdalea minor* (polen)
- Fig. 6. *Titthodiscus vanderhammenii* (alga)
- Fig. 7. *Pediastrum* sp. (alga)
- Fig. 8. Microforaminífero
- Fig. 9. Espora de hongo
- Fig. 10. *Hystrichokolpoma* cf *rigaudiae* (dinoflagelado)
- Fig. 11. *Cordosphaeridium cantharellum* (dinoflagelado)
- Fig. 12. *Podocarpites* sp. (polen)



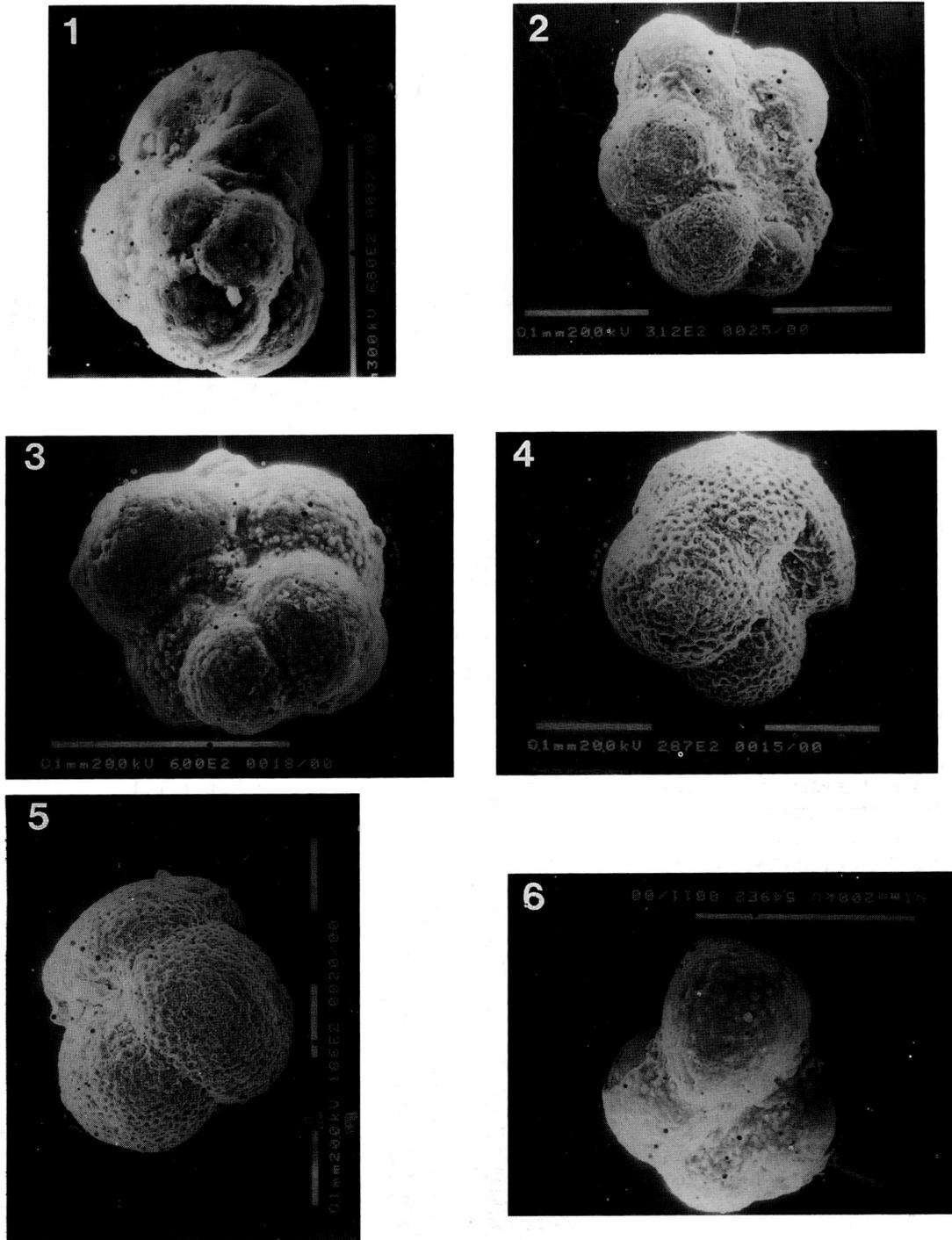


Lámina 2. Foraminíferos planctónicos del Oligoceno. En todas las ilustraciones (SEM) la división de la escala equivale a 0.1 mm)

- Figura 1. *Cassigerinella chipolensis* (Cushman & Ponton, 1932). Vista periférico oblicua. Origen: muestra 2.
Figura 2. *Pseudohastigerina micra* (Cole, 1927). Vista umbilical oblicua. Origen: muestra 26.
Figura 3. *Globigerina ciperoensis* Bolli, 1954. Vista umbilical oblicua. Origen: muestra 8.
Figura 4. *Globigerina sellii* (Borsetti, 1959). Vista lateral oblicua. Origen: muestra 5.
Figura 5. *Globigerina tripartita* Köch, 1926. Vista lateral oblicua. Origen: muestra 13.
Figura 6. *Globigerina angustiumbilicata* Bolli, 1957. Vista umbilical oblicua. Origen: muestra 2.
Microfotografía: Paleosedes Ltda.

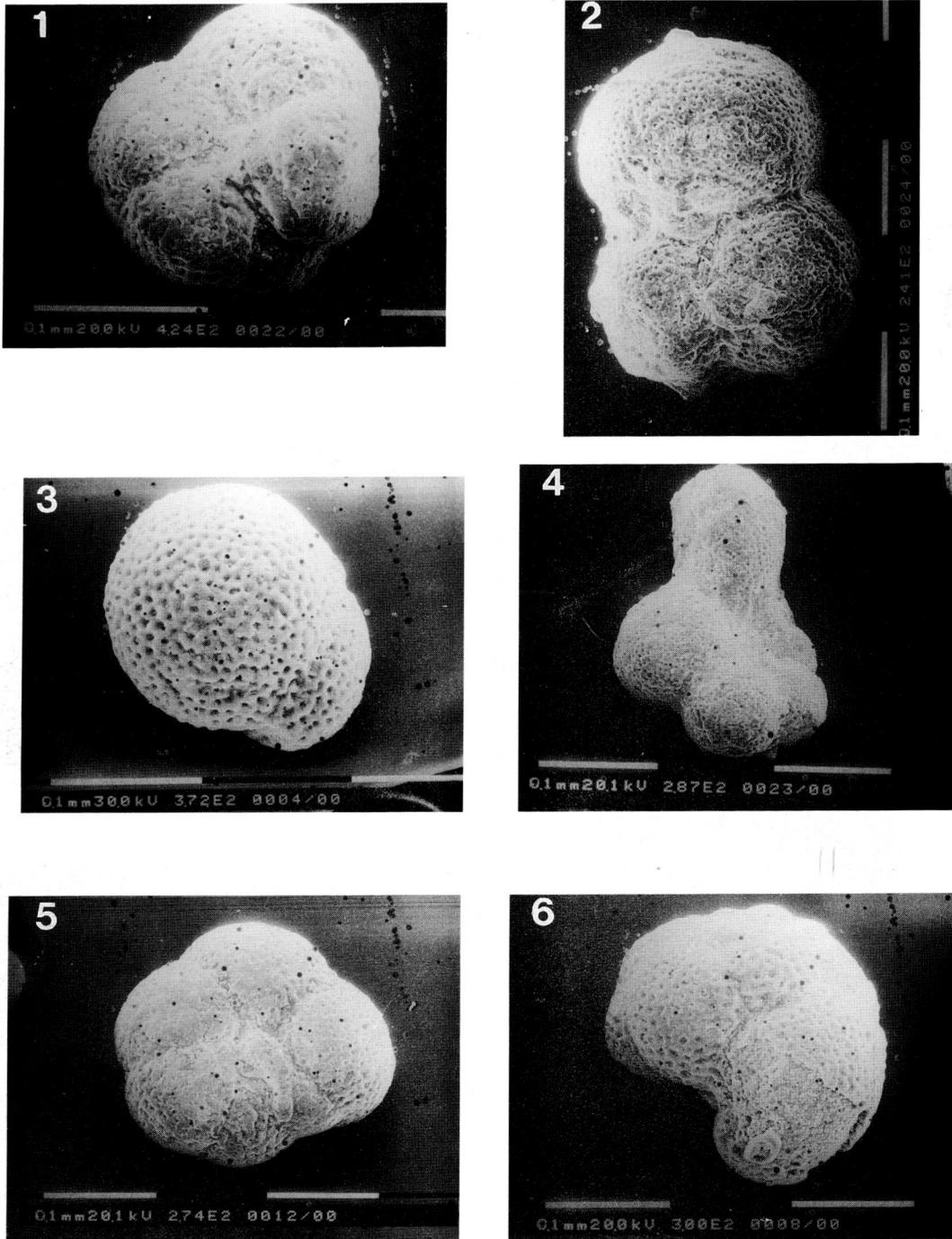


Lámina 3. Foraminíferos planctónicos de la Fm. Vijes.

En todas las ilustraciones (SEM) la división de la escala equivale a 0.1 mm.

Figura 1. *Globorotaloides suteri* Bolli, 1957. Vista umbilical oblicua. Origen: muestra 13.

Figura 2. *Globigerina ampliapertura* Bolli, 1957. Vista umbilical oblicua. Origen: muestra 13.

Figura 3. *Globigerina angiporoides* Hörnibrook, 1965. Vista periférico oblicua. Origen: muestra 24.

Figura 4. *Clavatorella* sp. Bolli, 1957. Vista umbilical. Origen: muestra 13.

Figura 5. *Globorotalia opima opima* Bolli, 1957. Vista umbilical. Origen: muestra 2.

Figura 6. *Globigerina gortanii* (Borsetti, 1959). Vista lateral. Origen: muestra 2.

Microfotografía: Paleosedes Ltda.

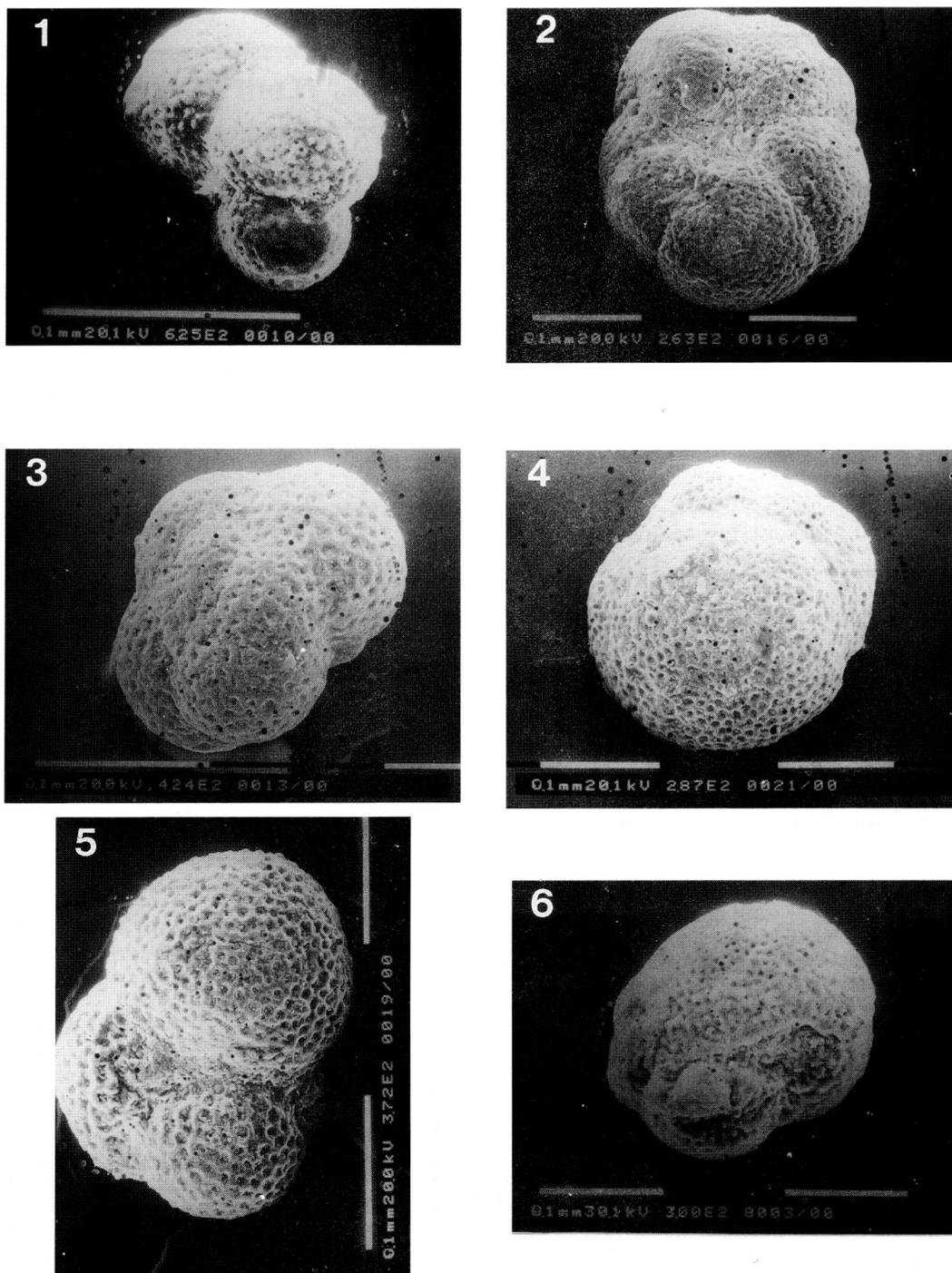


Lámina 4. Foraminíferos planctónicos de la Fm. Vijes.

En todas las ilustraciones (SEM) la división de la escala equivale a 0.1 mm.

Figura 1. *Globigerina angulisuturalis* Bolli, 1957. Vista lateral. Origen: muestra 2.

Figura 2. *Globorotalia siakensis* LeRoy, 1939. Vista umbilical. Origen: muestra 5.

Figura 3. *Globorotalia opima nana* Bolli, 1957. Vista lateral obliqua. Origen: muestra 2.

Figura 4. *Globigerinoides* sp. Bolli, 1957. Vista espiral. Origen: muestra 2.

Figura 5. *Globigerinoides* sp. Bolli, 1957. Vista umbilical. Origen: muestra 2.

Figura 6. *Globigerinatella* Bolli, 1957. Vista periférico oblicua. Origen: muestra 2.

Microfotografía: Paleosedes Ltda.