

## Palinología e icnología en la determinación del contacto discordante Cretácico-Terciario en Venezuela suroccidental y su impacto en la exploración por hidrocarburos

Luis MATA-GARCIA

Petróleos de Venezuela S.A. (PDVSA), Exploración, Laboratorio Geológico de Oriente, Urb. El Chaure, Guanta, Anzoátegui, Venezuela. Email: lmata2000@yahoo.com

**Abstract:** Palynology and ichnology in the determination of Cretaceous-Tertiary unconformity contact in southwestern Venezuela and their impact in hydrocarbons exploration. Palynological results from the southwest of Venezuela are given. The material comes from two wells drilled in Barinas state. Integration of results from analyses of marine and terrestrial palynomorphs, and ichnofacies, allows to determine the Maastrichtian-middle Eocene unconformity in well #1 at 9901'5'' by the presence of *Foveotriletes margaritae* (Van der Hammen) Germeraad, Hopping & Muller, peridinoid dinocysts and the *Glossifungites* ichnofacies. In well # 2, the unconformity was established by the presence of *F. margaritae*, *Ariadnaesporites* Potonie and *Buttinia andreevi* Boltenhagen at 10154'6''.

**Key words:** paleopalynology, ichnology, biostratigraphy, Cretaceous, Tertiary, Venezuela.

La producción de hidrocarburos en Venezuela suroccidental se concentra principalmente en los estados Barinas y Apure (Fig. 1), conocida geológicamente como cuenca Barinas-Apure. En el subsuelo cerca de la ciudad de Barinas la secuencia estratigráfica del Cretácico comprende estratos desde el Albiense hasta el Maastrichtiense (Tabla 1), los cuales constituyen los principales yacimientos y rocas madres en el área (González de Juana *et al.*, 1980), aunados a los sedimentos terciarios de la Formación Gobernador (Eoceno Medio). Los sedimentos cretácicos en el área corresponden mayormente a paleoambientes de tipo marino somero (Feo-Codecido, 1972; Kiser, 1989), con regular diversidad de microfósiles bénticos y escasos plantónicos, y en ese sentido los palinomorfos representan una herramienta eficaz como indicadores bioestratigráficos y paleoambientales (Helenes *et al.*, 1998; Helenes *et al.*, 1999; Mata-García, 2004).

El Cretácico Superior en el subsuelo de Barinas representado en la Formación Burgüita, infrayace discordantemente a areniscas y carbonatos de la Formación Gobernador, depositados durante el Eoceno medio (Tabla 1).

Desde el punto de vista icnológico, se conoce que en secuencias clásticas la icnofacies sustrato-controlada más frecuente es la de *Glossifungites*, asociada a sustratos firmes o semilitificados, originada por exposición

subaérea o a compactación y subsecuente exhumación (Buatois *et al.*, 2002). Su identificación contribuye a la interpretación de discontinuidades estratigráficas, como ha sido demostrado en sedimentos paleocenos en Chubut (Argentina) por Rodríguez & Panza (2003).

El objetivo principal de este estudio es documentar la importancia de la integración de resultados de las disciplinas palinológica e icnológica para la determinación del contacto discordante Cretácico-Terciario en el área de Barinas, equivalentes a los sedimentos de las formaciones Burgüita y Gobernador, y su impacto y utilidad en la resolución de problemas geológicos asociados a la perforación y el seguimiento operacional de pozos exploratorios.

### MATERIALES Y METODOS

Se analizaron palinológicamente muestras de canal y núcleo de dos pozos identificados como Pozo # 1 y Pozo # 2 distanciados poco más de 12 km uno del otro. Del Pozo # 1 se analizaron 45 muestras de canal y 13 de núcleo en el intervalo 2031-11100 pies, mientras que para el Pozo # 2 se estudiaron 33 de canal y 20 de núcleo correspondientes al intervalo 7740-11250 pies de profundidad.

Las muestras fueron procesadas en el Laboratorio Geológico de Oriente de PDVSA, El

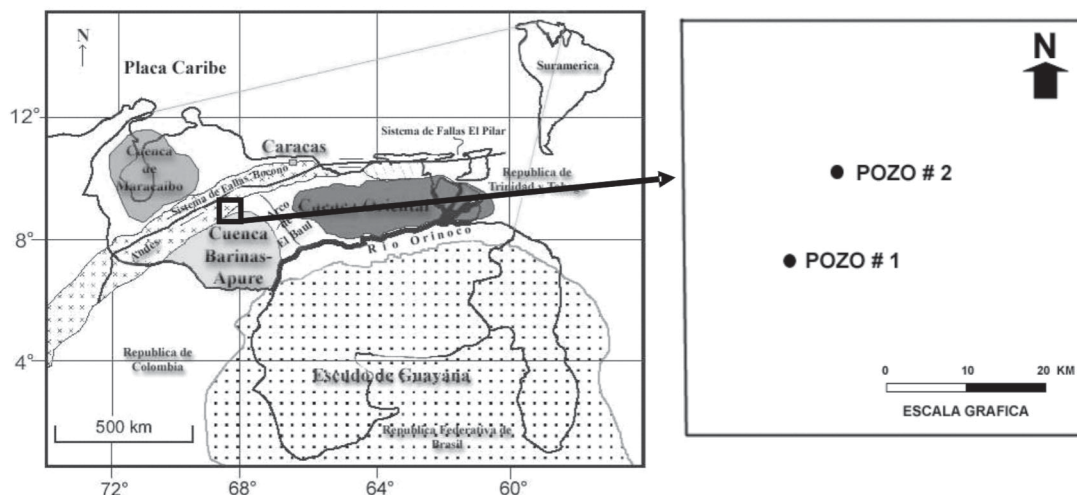


Fig. 1. Ubicación relativa de los pozos estudiados en el suroccidente de Venezuela

	CRONOESTRATIGRAFIA		LITOESTRATIGRAFIA							PALEOAMBIENTES							LITOLOGIA GENERALIZADA
	PERIODO / EPOCA	FORMACION / MIEMBRO	C	T	NI	NM	NE	BS	C	T	NI	NM	NE	BS			
TERCIARIO	CUATERNARIO	ALUVIONES													GRAVAS, ARENAS, LIMOS Y ARCILLAS		
	PLIOCENO	RÍO YUCA													CONGLOMERADOS, ARENSICAS Y LUTITAS		
	MIOCENO	PARÁNGULA													CONGLOMERADOS, ARENSICAS, LIMOLITAS		
	OLIGOCENO																
	EOCENO	TARDIO	PAGÜEY													LUTITAS, LIMOLITAS Y ARENSICAS GLAUCONITICAS Y CALCAREAS	
		MEDIO	MASPARRITO													CALIZAS ARRECIFALES Y ORBITOIDALES	
			GOBERNADOR													ARENSICAS CONGLOMERATICAS, LIMOLITAS Y LUTITAS	
	TEMPRANO																
	PALEOCENO																
	MAASTRICHTIENSE	BURGÜITA													ARENSICAS MICACEAS Y LUTITAS		
CRETACICO	CAMPANIENSE																
	TEMPRANO	QUEVEDO													ARENSICAS FOSFATICAS, CALIZAS Y LUTITAS CON FTANITA		
		NAVAY															
	CONIACIENSE																
	CONIACIENSE A	LA MORITA													LUTITAS GRIS OSCURO		
	TURONIENSE TARDIO																
	TURONIENSE MEDIO A	ESCANDALOSA													CALIZA DOLOMITIZADA Y ARENSICA ARENSICA GLAUCONITICA Y CALIZAS ARENSAS LUTITAS MICACEAS Y CARBONOSAS		
CENOMANIENSE TEMPRANO																	
GENOMANIENSE TEMPRANO A ALBIENSE TARDIO	AGUARDIENTE													ARENSICAS Y LUTITAS, INTERCALACIONES CARBONATICAS EN LA PARTE SUPERIOR			
ALBIENSE TEMPRANO A NEOCOMIENSE																	
PRE-CRETACICO	BASAMENTO													GRANITOS, GNEISES Y ESQUISTOS			

Tabla 1.- Columna estratigráfica generalizada del área de Barinas

PERIODO	EPOCA	EDAD (Ma)	DURACION (m.a.)	ZONACION PARA EL NORTE DE SURAMERICA (Muller et al., 1987)	<i>Circulodinium distinctum</i>	<i>Carodinium boloniense</i>	<i>Dinogymnum</i> spp.	<i>Anolusella gabonensis</i>	<i>Eulittina andreevi</i>	<i>Foveotriletes margaritae</i>	<i>Bombacacidites bellus</i>	<i>Psilatricolporites crassus</i>	<i>C. dorogensis</i>	
NEOGENO	PLEISTOCENO	1.81	1.81	(31) <i>Alnipollenites verus</i>										
	PLIOCENO	5.33	3.52	(30) <i>Echitricolporites mcneilly</i>										
	MIOCENO	TARDIO	23.03	17.7	(29) <i>Echitricolporites spinosus</i>									
		MEDIO			(28) <i>Crassoretitriletes vanraadshooveni</i>									
TEMPRANO		(27) <i>Echitricolporites maristolus</i> / <i>Psilalporites minimus</i> (26) <i>Verrutricolporites rotundiporus</i> / <i>Echitricolporites barbeitoensis</i>												
PALEOGENO	OLIGOCENO	33.9	10.87	(25) <i>Magnastriatites grandiosus</i> / <i>Cicatricosisporites dorogensis</i>										
	EOCENO	TARDIO	55.8	21.9	(24) <i>Echiperiporites estelae</i>									
		MEDIO			(23) <i>Janmulleripollis pentaradiatus</i>									
					(22) <i>Bombacacidites foveoreticulatus</i>									
					(21) <i>Retitricolporites guianensis</i>									
					(20) <i>Bombacacidites soleaformis</i>									
		(19) <i>Retitricolporites magnus</i>												
	(18) <i>Echitricolporites trianguliformis</i>													
	TEMPRANO			(17) <i>Rugutricolporites felix</i>										
	PALEOCENO	TARDIO	65.5	9.7	(16) <i>Foveotricolporites perforatus</i>									
TEMPRANO		(15) <i>Gemmastephanocolporites gemmatus</i>												
				(14) <i>Spinizonocolporites baculatus</i>										
CRETACICO	MAASTRICHTIENSE	70.6	5.1	(13) <i>Proteacidites dehaani</i>										
	MAASTRICH. / CAMPAN.			(12) <i>Crassitricolporites subprolatus</i>										
	CAMPANIENSE	83.5	12.9	(11) <i>Auriculidites reticularis</i>										

Tabla 2.- Rangos estratigráficos de especies indicadoras empleadas en el estudio

Chaure, estado Anzoátegui, Venezuela. Para el tratamiento se emplearon las técnicas convencionales resumidas de la siguiente manera: 1) Fragmentación de muestras, 2) Extracción de silicatos y carbonatos con ácido fluorhídrico y ácido clorhídrico, 3) Separación de restos orgánicos mayores con filtros o mallas, 4) Separación y descarte de material fino con malla o filtro, 5) Separación de la parte inorgánica con bromuro de zinc, 6) Aplicación de ultrasonido, 7) Montaje permanente con adhesivo comercial, 8) Exposición a luz ultravioleta.

Otros análisis bioestratigráficos (nanoplanton y foraminíferos) fueron realizados por especialistas del mencionado Laboratorio, sin embargo en los estratos marinos y someros del Cretácico sólo la palinología logró resultados. Los rangos estratigráficos consultados fueron los propuestos por Germeraad *et al.* (1968), Muller *et al.* (1987), Williams & Bujak (1985) y Williams *et al.* (1993). Los rangos de los principales taxa encontrados se muestran en la Tabla 2.

Las láminas y residuos se encuentran depositados en la laminoteca del laboratorio mencionado previamente. Para la observación palinológica se empleó una lámina por muestra.

### RESULTADOS

La resolución bioestratigráfica fue moderada en ambos pozos, con asociaciones dominadas por paleomicroplancton marino, particularmente quistes de dinoflagelados, con menores proporciones de elementos de origen continental.

#### Pozo # 1

La tabla 3 muestra la distribución paleoflorística de los palinomorfos identificados en este pozo.

En los sedimentos de la Formación Gobernador correspondientes al intervalo 9865-9900 pies no se pudo determinar edad alguna pues las muestras resultaron estériles en microfósiles, sin embargo por posición estratigráfica se interpreta una edad Eoceno Medio. A partir de 9901'5'' y hasta



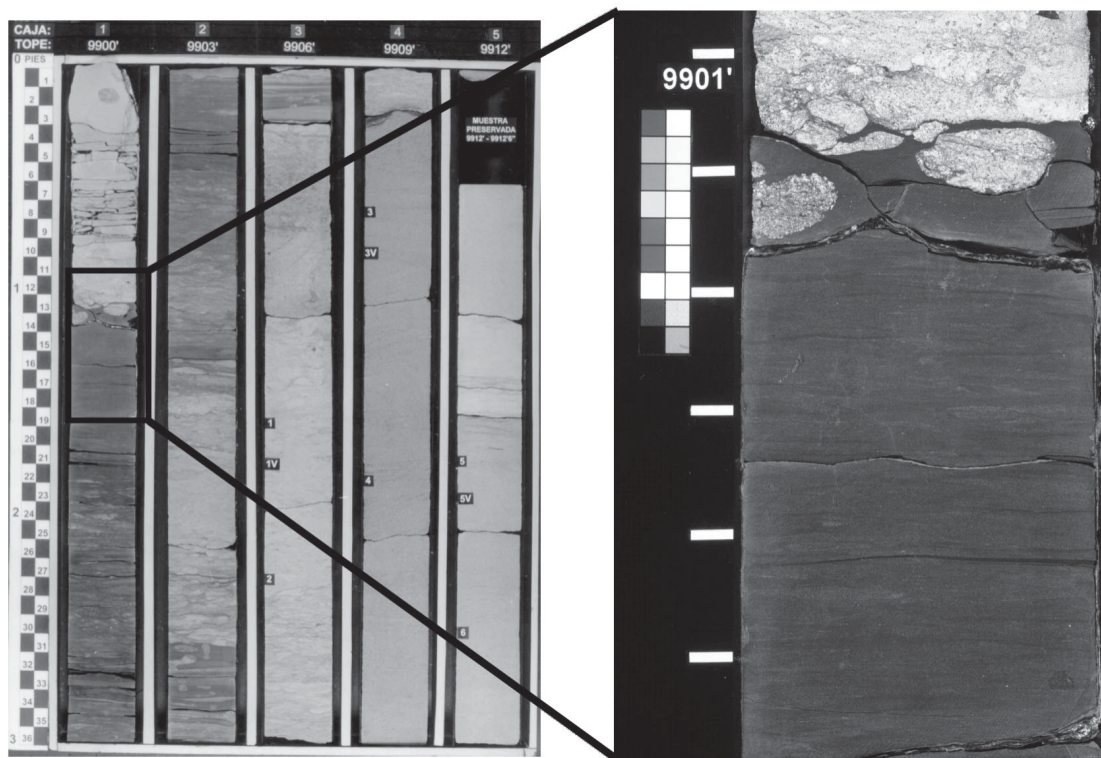


Fig. 2. Icnofacies de *Glossifungites* a 9901' en el pozo # 1.

*al.*, 1985), en distintos pozos del campo El Furrial en la cuenca oriental de Venezuela (Fasola & Paredes, 1991), y en cuatro pozos (PIC-1, PIC-3, PIC-5, SBC-3), de la cuenca precitada equivalente a Maastrichtiense (Helenes & Somoza, 1999) en las formaciones San Juan y San Antonio.

Por otro lado, en los andes de Mérida (occidente del país) específicamente en la sección de Río Loro, Yepes (2001), en su estudio sobre el contacto Maastrichtiense-Daniense, identificó asociaciones de dinoquistes de la porción cretácica dominadas entre otras por especies de *Andalusiella* spp. y *Cerodinium* spp.

Los esporomorfos *Foveotriletes margaritae* y *Buttinia andreevi* han servido de igual forma para la determinación de secuencias del Maastrichtiense superior en sedimentos de la Formación Guaduas en la Cordillera Oriental de Colombia (Sarmiento, 1991).

De igual manera, las asociaciones palinológicas tanto de esporomorfos como de dinoquistes encontradas en los dos pozos estudiados pueden ser comparables con las halladas por Sarmiento & Guerrero (2000) en el piedemonte llanero colombiano.

La icnofacies de *Glossifungites* encontrada en el pozo # 1 constituye un indicio del carácter

marino somero del ambiente de deposición de la formación Burgüita, pues la exhumación de sustratos firmes puede ser provocada por erosión costera (Buatois *et al.* 2002).

## CONCLUSIONES

Las asociaciones de elementos del fitoplancton marino, principalmente dinoquistes, y de morfoespecies continentales permitieron la determinación del contacto discordante Cretácico-Terciario, equivalente al contacto entre la Formación Burgüita (Maastrichtiense) y la Formación Gobernador (Eoceno medio), donde la resolución bioestratigráfica por otros microfósiles fue baja o nula. En términos paleogeográficos y paleoecológicos globales, referidos al provincialismo en el Cretácico tardío, se evidencia la predominancia de dinoquistes de aguas tropicales como los pertenecientes a los géneros *Andalusiella*, *Senegalinium* y *Cerodinium*, lo cual corrobora la existencia de un paleocinturón tropical del fitoplancton marino en el Cretácico superior planteado por Lentin & Williams (1980).

Las trazas fósiles preservadas en núcleos, en este caso el icnogénero *Thallasinoides* correspondiente a la icnofacies de *Glossifungites* en el pozo

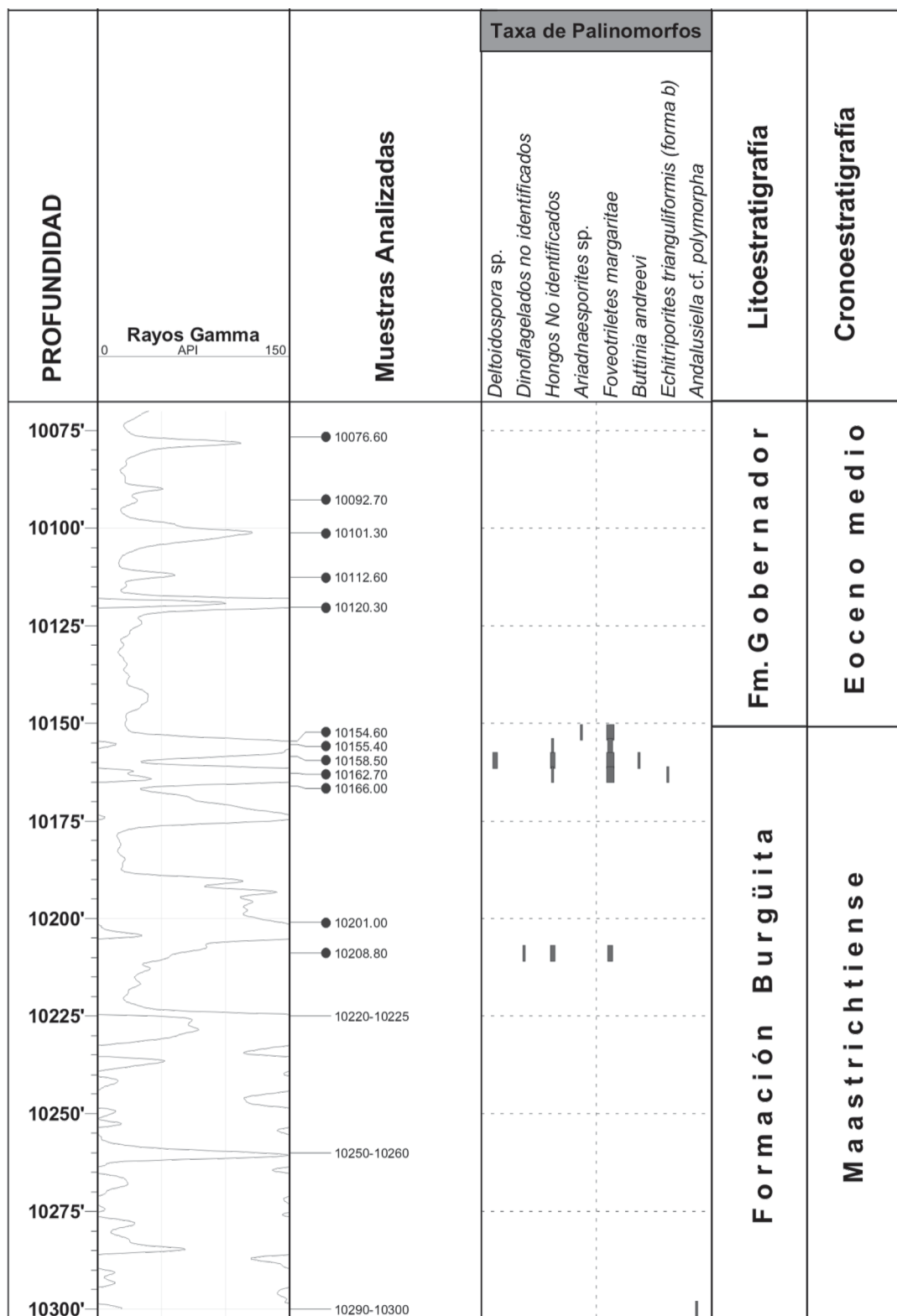


Tabla 4.- Carta de distribución de palinomorfos del pozo # 2.

# 1, coadyuvó a la determinación de la discontinuidad erosiva y estratigráfica, y a la interpretación paleoecológica.

La herramienta palinológica demostró su valor e impacto en el proceso de seguimiento operacional de pozos exploratorios en la industria petrolera, contribuyendo de manera eficaz y efectiva a la definición precisa del modelo geológico local y la distribución de rocas madres y yacimientos en el área.

#### AGRADECIMIENTOS

Se agradece a Petróleos de Venezuela S. A. (PDVSA) el permiso para la publicación de este estudio. A Raúl Bermúdez por las labores de procesamiento de muestras. A Edith Escobar por su apoyo logístico.

#### BIBLIOGRAFIA

- Buatois, L., G. Mángano & F. Aceñolaza. 2002. *Trazas fósiles. Señales de comportamiento en el registro estratigráfico*. Museo Egidio Feruglio, Ed. esp. # 2. 382 pp.
- Fasola, A. & I. Paredes. 1991. Late Cretaceous palynological assemblages from El Furrial area wells. *Revista Técnica de INTEVEP*, 11: 3-13.
- Fasola, A., G. Giffuni, S. Crespo, I. Paredes & A. Euribe. 1985. Estudios bioestratigráficos del intervalo Cretáceo Superior (Maastrichtiense) a Mioceno Inferior en el norte del estado Guárico, Venezuela. *Memorias VI Congreso Geológico Venezolano* I: 587-645.
- Feo-Codecido, G. 1972. Contribución a la estratigrafía de la Cuenca Barinas-Apure. Memoria IV Congreso Geológico Venezolano, Tomo II. Boletín de Geología, Pub. Especial 5: 773-795.
- Germeraad, J., C. Hopping & J. Muller. 1968. Palynology of Tertiary sediments from Tropical areas. *Review of Palaeobotany and Palynology* 6: 189-348.
- González de Juana, C., J. Iturralde & X. Picard. 1980. *Geología de Venezuela y de sus cuencas petrolíferas*. Ediciones FONINVES, Caracas, Venezuela. v. 1 and 2. 1030 pp.
- Helenes, J., C. De Guerra & J. Vásquez. 1998. Palynology and chronostratigraphy of the upper Cretaceous in the subsurface of the Barinas area, Western Venezuela. *AAPG Bulletin* 82: 1308-1328.
- Helenes, J. & D. Somoza. 1999. Palynology and sequence stratigraphy of the Cretaceous of Eastern Venezuela. *Cretaceous Research* 20: 447-463.
- Kiser, G. 1989. Relaciones estratigráficas de la Cuenca Apure / Llanos con áreas adyacentes, Venezuela Suroeste y Colombia Oriental. Monografías SVG, N° 1. 77 pp.
- Lentin, J. & G. Williams. 1980. Dinoflagellate provincialism with emphasis on Campanian Peridiniaceans. *AASP Contributions series* 23, 221 pp.
- Mata-García, L. 2004. *Palaeobotany and palynology in Venezuela: an annotated bibliography*. Barcelona, Venezuela. 64 pp.
- Muller, J., E. Di Giacomo & A. van Erve. 1987. A palynological zonation for the Cretaceous, Tertiary, and Quaternary of Northern South America. *AASP Contributions Series* 19: 7-76.
- Rodríguez, M. & J. Panza. 2003. La icnofacies de *Glossifungites* en la Formación Salamanca, Paleoceno, paraje Campamento Villegas, Chubut, Argentina. En: Buatois, L. & M. Mángano (eds.), *Icnología: hacia una convergencia entre geología y biología*. Asociación Paleontológica Argentina, Pub. esp. # 9. pp. 157-167. Buenos Aires, Argentina.
- Sarmiento, G. 1991. Palinología de la Formación Guaduas. Estratigráfica y Sistemática. *Boletín Geológico* 32: 46-126.
- Williams, G. & J. Bujak. 1985. Mesozoic and Cenozoic dinoflagellates. En H. M. Bolli, J. B. Saunders & K. Perch-Nielsen (eds.) *Plankton Stratigraphy*. Cambridge University Press, Cambridge Earth Sciences Series, pp. 847-964.
- Williams, G., L. Stover & E. Kidson. 1993. Morphology and stratigraphic ranges of selected Mesozoic – Cenozoic dinoflagellate taxa in the northern hemisphere. *Geological Survey of Canada, paper* 92-10, pp. 1-137.
- Yépes, O. 2001. Maastrichtian – Danian dinoflagellate cyst biostratigraphy and biogeography from two equatorial sections in Colombia and Venezuela. *Palynology* 25: 217-249.

Recibido: 11-VII-2006

Aceptado: 16-XI-2006