

Sedimentología y estratigrafía comparativa de las secuencias paleógenas aflorantes en las localidades de San Félix y San Pedro del Río, estado Táchira, Venezuela

Sedimentology and comparative stratigraphy of the aflorating paleogenic sequences in the localities of San Félix and San Pedro del Río, Tachira state, Venezuela

Sedimentologia e estratigrafia comparativa das seqüências paleogênicas aflorantes nas localidades de San Félix e San Pedro del Río, Estado de Tachira, Venezuela

Yesika Delgado¹ Dauris Pinto² Omar Guerrero³ Ery Guerrero⁴ Rosibeth Toro⁵ Eder Matti⁶

Recibido: 28-6-18; Aprobado: 31-7-18

Resumen

En las secuencias paleógenas expuestas en las zonas de la Fria-San Juan de Colón del estado Táchira, específicamente en el sector San Pedro de Río-Lobatera y más recientemente en San Félix, se realizó una evaluación sedimentológica y estratigráfica comparativa, con la finalidad de establecer relaciones de campo y continuidad estratigráfica de las secuencias terciarias de San Félix, recientemente expuesta por trazado vial. Los resultados de campo y laboratorio determinan espesas secuencias deltaicas de dominio fluvial en dicha localidad, que pasan a secuencias deltaicas fluviales con influencia mareal hacia el sector de San Pedro del Río. Para la base de los depósitos terciarios de San Félix, se define edad Paleoceno, debido a la presencia de Colomipollis tropicales. En todo el conjunto sedimentario de ambas localidades, se reconoce de base a tope las formaciones Barco y Los Cuervos (Grupo Orocué), con transición al tope con las formaciones Mirador y Carbonera, esta última unidad geológica, específicamente en la localidad de San Félix, se interdigitan con facies marino-arrecifales relacionadas con la Formación La Sierra (?), específicamente el Miembro La Caña. En base a los resultados se propone una modificación del mapa de Pestman, et al. (1998), a través de la extensión de la Formación La Sierra hacia la sección paleógena de San Félix, estado Táchira.

Abstract

In the Paleogene sequences exposed in La Fria-San Juan de Colon areas of Tachira state, specifically in the San Pedro de Río-Lobatera sector and more recently in San Félix, a comparative sedimentological and stratigraphic evaluation was carried out, with the purpose of establish field relations and stratigraphic continuity of the Tertiary sequences of San Félix, recently exposed by road layout. The field and laboratory results determine thick deltaic sequences of the river domain in that locality, which pass into deltaic river sequences with tidal influence towards the San Pedro del Río sector. For the base of the Tertiary deposits of San Félix, Paleocene age is defined, due to the presence of tropical Colomipollis. In the whole sedimentary set of both locations, the Barco and Los Cuervos formations (Orocué Group) are recognized from the top, with the transition to the top with the Mirador and Carbonera Formations, the latter geological unit, specifically in the town of San Félix, they interdigitate with marine-reel facies related to the La Sierra Formation (?), specifically La Caña Member. Based on the results, a modification of Pestman, et al. (1998) map, through the extension of La Sierra Formation to Paleogene section of San Félix, Tachira state.

Resumo

Nas seqüências paleogênicas expostas nas áreas de Fria-San Juan de Colón do estado de Tachira, especificamente no setor San Pedro de Río-Lobatera e mais recentemente em San Félix, realizou-se uma avaliação sedimentológica e estratigráfica, com a objetivo de estabelecer relações de campo e continuidade estratigráfica das seqüências terciárias de São Félix, recentemente expostas por layout rodoviário. Os resultados de campo e do laboratório determinam seqüências deltaicas grossas de domínio fluvial nessa localidade, que passam em seqüências deltaicas de rio com influência tidal para o setor de San Pedro del Río. Para a base dos depósitos terciários de San Félix, a idade do Paleoceno é definida, devido à presença de Colomipollis tropicais. Ao longo do conjunto sedimentar de ambas as locais, as formações Barco e Los Cuervos são reconhecidas como base, com transição para o topo com as formações Mirador e Carbonera, a última unidade geológica, especificamente na cidade de San Félix, são interdigitadas com facies marinho-arrecifal relacionados com a formação La Sierra (?), especificamente o membro La Caña. Com base nos resultados, uma modificação do mapa de Pestman, et al. (1998) é proposto, através da extensão da formação de La Sierra à seção paleogênica de San Félix, estado de Tachira.

Palabras clave/Keywords/Palavras-chave:

Andes venezolanos, Andes venezuelanos, estratigrafía, estratigrafia, Formación La Sierra, La Sierra Formation, Paleogen, Paleogene, Paleógeno, sedimentología, sedimentologia, Sedimentology, stratigraphy, Venezuelan Andes.

¹ Ing° Geol° Universidad de los Andes (U.A.). Correo-e: yesikadelgado@gmail.com; ² Ing° Geol° U.A. Correo-e: daurispinto@gmail.com; ³ Geog°, Dr. U.A. Correo-e: omarguerrero1231@gmail.com; ⁴ Ing° Geol° PDVSA Maracaibo. Correo-e: raquien@gmail.com; ⁵ Ing° Geol° MSc. U.A. Correo-e: ingrosibethoro@gmail.com; ⁶ Ing° Geol° U.A. Correo-e: edermatti@gmail.com.

Introducción

El Paleógeno al occidente de Venezuela, está representado por una secuencia sedimentaria marina regresiva, debido a la orogénesis del Terciario, la cual produjo condiciones para la progradación de ambientes deltaicos y fluviales soportada por las antiguas plataformas Cretácicas. Los afloramientos expuestos en las localidades de San Pedro del Río estudiados por Aspínbaga y Casas (1989), Toro (1992), Martínez y Camposano (2000), demuestran la existencia de evidencias de este proceso. Recientemente la apertura de la vía San Félix a San Pedro del Río, expuso afloramientos que corresponden a estas secuencias, aún no bien identificadas, y se desea aclarar esta incertidumbre a través de estudios petrográficos y bioestratigráficos.

Trabajos regionales como los de San Juan (1964) y Zambrano, et al. (1971), en los cuales presentan una síntesis paleogeográfica del occidente de Venezuela, consideran tres grandes provincias: deltaica, transicional y marina; representadas por las formaciones: Catatumbo, Barco, Los Cuervos, Mirador y Carbonera, mientras que la Formación La Sierra (Eoceno) de ambiente lacustre marino marginal es considerada como equivalente lateral de la Formación Carbonera (San Juan, 1964) y finalmente podemos mencionar que solo existe información geológica sobre los excelentes afloramientos de San Félix en los trabajos de Morán y Ramírez (2007) y Guerrero, et al. (2011). Por tal motivo, se propone realizar una evaluación exhaustiva de dos áreas pertenecientes al municipio Ayacucho; la primera en la localidad de San Félix y la segunda en San Pedro del Río (Figura 1), como punto de comparación estratigráfica regional.

Metodología

El procedimiento responde a un diseño de tipo documental y de campo, que consistió en la revisión crítica del material bibliográfico y cartográfico, fotointerpretación de imágenes multispectrales, digitalización, realización de trabajo de campo con muestreo sistemático de ro-

cas frescas para el análisis petrográfico, sedimentario y palinológico, con la ayuda del Laboratorio de Geología de PDVSA-La Concepción, y, finalmente, aplicación de relaciones de campo, a través de aspectos estructurales y estratigráficos, empleando definición de bloques tectonoestratigráficos jerarquizados. La correlación de los bloques se basó en los datos palinológicos y sedimentarios, determinación de facies sedimentarias bajo las clasificaciones de Johnson (1978) y Miall (1995). El método de preparación empleado para el análisis palinológico y determinación de palinofacies, fue el usado por Wood et al. (1996) y los rangos estratigráficos para los palinomorfos terrestres los publicados Pocknall, et al. (2001), Rull (1997) y Müller, et al. (1987) y, finalmente, el modelo de interpretación de secciones estratigráficas verticales, el establecido por Allen y Segura (1990).

Aspectos paleogeográficos

Según la evolución propuesta por Parnaud, et al. (1995), se pueden reconocer seis (6) supersecuencias limitadas por discordancias, las cuales evidencian la dinámica de las cuencas (Figura 2). Con base a este esquema las secuencias aflorantes en el área de estudio corresponden con las supersecuencias C, D y E y se caracterizaron por las condiciones expuestas en

la tabla I.

La supersecuencia C (Maastrichtiense-Paleoceno), marca la transición a un régimen compresivo que se produce durante el Cretácico superior al Paleoceno inferior, debido a la colisión y obducción del arco volcánico pacífico y la placa suramericana, la cual forma una cuenca antepaís con antefosas asociadas. Esta fase se caracterizó por una regresión que dio como resultado dos secuencias de depósito: una con características marinas y la otra, esencialmente deltaica. La Supersecuencia D (Eoceno), está definida por la consolidación de la cuenca de antepaís del Paleoceno superior-Eoceno inferior (Figura 2), conformado por tres provincias sedimentarias: dominio fluvial (Formación Mirador), fluvio-deltaica (Formación Misoa), surco marino (turbidítico, Formación Trujillo). Finalmente, la supersecuencia E (Oligoceno), está representada por la acumulación de sedimentos lacustres y deltaicos de las formaciones Icotea y León.

Sección estratigráfica de San Félix: se reconocen dos afloramientos con espesores de 162 y 67 m, SF1: 802.134E/896.950N y SF2: 802.117E/897.064N, representados por espesas areniscas, de geometría tabular, alternadas con lutitas y carbón (Figura 3); la base está en discordancia con la Forma-



Figura 1. Ubicación de los afloramientos de las secciones Paleógenas dentro del área de estudio.

GEOMINAS, Vol. 47, N° 79, agosto 2019

Tabla I. Secuencias Paleógenas del Flanco Norandino y Cuenca de Maracaibo en relación con la Supersecuencia de Parnaud, et al. (1995).

EDAD			CCA DE MARACAIBO	FLANCO NORANDINO	SUPER SECC
Cz	Oligoceno		Icotea	León	E
	Eoc	Sup	La Sierra, Pauji, Misoa y Trujillo	Carbonera-Mirador	D
		Med			
	Inf				
	Pal		Marcelina-Guasare	Grupo Orocue	C
Mz	K	Maa	Colón –Mito Juan	Colón-Mito Juan	



Figura 2. Paleogeografía de las secuencias Paleógenas del Occidente de Venezuela, según Parnaud, et al. (1995).



Figura 3. Fotografía del afloramiento de la secuencia Paleógena en el sector San Félix.

ción Colón. En la tabla II, se resumen de base a lope, los sesenta (60) ciclos sedimentarios que corresponden a diecisiete (17) secuencias sedimentarias.

Sección estratigráfica San Pedro del Río: Se identifica en taludes de corte la secuencia Paleógena, con espesor de 137,9 m y estratos de geometría en cuñas y tabulares, de espesas areniscas en alternancia con lutitas y carbones, limitados hacia la base por falla geológica que pone en contacto con la Formación Colón (Figura 4). Compuestos por cincuenta y

un (51) ciclos sedimentarios que corresponde a trece (13) secuencias, que se resumen en la tabla III.

Bloques tectono-estratigráficos

Se obtuvo tres grandes bloques (Figura 5); El Bloque I: delimitado por una falla geológica inversa con dirección W que ponen en contacto al Cretácico con Terciario. El Bloque II: se reconoce fallas geológicas de componente inverso que pone en contacto a las formaciones Cretácicas (Aguardiente con la Formación La Luna), también se reconoce afloramientos de la se-

Tabla II. Descripción sedimentológica de la sección San Félix.

SEC. SED.	ESP. (m)	ASOC. DE FACIES	INTERPRETACION AMBIENTAL	UNIDAD GEOLOGICA
I	14,6	Sf - Mc	Canales de llanura deltaica	Fm. Barco
II, III, IV		Sr/St - HII	Barras playeras del frente deltaico	
V	12,19	Sc-Mca	Canales distributarios de llanura deltaica	
VI	6,14	Scb - Hcs		
VII		Srp - Mp - Hcs	Barras con influencia mareal	
VIII		Srp - Mca	Canales deltaicos con influencia mareal	Fm. Los Cuervos
IX	2,81	Scb - Mp	Canales de llanura deltaica superior	
X	8,61	Sp - Mp	Abanicos de rotura de llanura deltaica	
XI	5,16	Srp - Mp	Barras del frente deltaico con influencia mareal	
XII	0,80	Cm	Pantanos - marisma	
XIII	6,22 + 19,05	Srp - Mp - P	Canales de llanura deltaica y pantanos	Fms. Mirador - Carbonera - Posible intervalos de la Fm La Sierra
XIV				
XV				
XVI	19	St/Sp - St/Sr - P	Canales meandriforme de llanura aluvial	
XVII				

cuencia Eocena (Formación Carbonera). Y el Bloque III; está limitado por los bloques anteriores y corresponde esencialmente a sedimentación Cretácica.

100 tras de rocas sedimentarias obtenidas en la secuencia aflorantes en San Félix, son de tipo cuarzoarenitas (Folk, 1974), caracterizadas por presencia de cuarzo monocristalino en contactos cóncavo-convexo y sulurados, indicativa de diagénesis intermedia a profunda, los granos presentan alta madurez química y textural, con muy bajos porcentajes de matriz. Además, se reconocen importantes contenidos de litarenitas, compuestas por fragmentos de rocas de origen esencialmente sedimentarios, donde predominan los

granos de cuarzo, feldespato y contenidos de glauconita y en menor contenido se reconocen calizas tipo wackstone (Dunham, 1962), localizada en los afloramientos de San Félix (SF1), con altos contenidos de bioclastos de composición algal, micrita y cemento de aragonito, pirita autigénica.

Análisis palinológico

Los afloramientos de San Félix, de base a tope, presentan palinomorfo de tipo *Retitricolpites* amariensis, *Colombipollis tropicalis*, *Proxapertites* sp. y *Palatitricolpites* sp., estas especies permiten interpretar una edad Paleoceno, además de condición ambiental de llanura aluvial distal sin afectación

marina. Igualmente, se reconocen palinomorfo del tipo *Retitricolpites angelicus* asociado a *Deltoidospora* sp. y *Retitricolpites* sp., de edades Eoceno - Mioceno Medio (Müller, et al. 1985). Y las especies *Palatitricolpites crassus* asociadas a *Deltoidospora* sp., con edades del Paleoceno al Eoceno medio (Müller, et al. 1985). Finalmente, Morán y Ramírez (2007) reportaron en esta sección la presencia de *Retitricolpites* angelicus, *Gemmastrophanolpites breviusculus* y *Pseudostrophanolpites perfectus*, típico del Eoceno tardío pertenecientes a la sedimentación de la Formación Carbonera.



Figura 4. Afloramientos de las formaciones a) Barco, Mirador y b) Carbonera, estado Táchira.

Tabla III. Descripción sedimentológica de la sección San Pedro del Río.

SEC. SED.	ESP. (m)	ASOC. DE FACIES	INTERPRETACION AMBIENTAL	UNIDAD GEOL.
I, II, III, IV, V		St/Sp, Mca St/Sr	Canales de llanura deltaica	Barco
VI, VII, VIII, IX, X, XI	22,1	St/Sm, St/Sr/St/Sp	Canales distributarios delta fluvial afectado por mareas	Los Cuervos
XII	7,2	HII-St-Sr	Canales distributarios de llanura deltaica fluvial	Mirador
XIII	19,6	St - Mc - Sr/ Shb-Mc	Barras playeras y frente deltaico fluvial afectado por mareas	

Análisis estratigráfico y correlación de las secuencias. En la correlación de las secciones comprendidas en los bloques tectonoestratigráficos I y II, se logró determinar que existen cambios laterales de facies sedimentarias que van desde ambiente de llanuras deltaicas y aluviales (San Félix), hacia facies más del frente deltaico en la localidad de San Pedro del Río. Ambas secciones estratigráficas pertenecen a sistemas deltaicos fluviales progradantes con influencia mareal hacia la zona de San Pedro del Río. La sección estratigráfica de San Félix (SF1 y SF2), se inicia de base a tope con la Formación Barco identificada por *Colombipollis tropicalis*; esta formación pasa transicionalmente a la Formación Los Cuervos (Grupo Orocué, Paleoceno - Eoceno inferior), de manera transicional se reconoce las formaciones Mirador (Eoceno medio) y la Formación Carbonera (Eo-

ceno tardío-Oligoceno). Esta última unidad formacional se encuentra interdigitada con facies marino arrecifales, similares a la secuencia del Miembro Caña Brava de la Formación La Sierra (Pestman, et al., 1998). Sin embargo, la secuencia en su totalidad presenta un dominio lútilico con abundantes capas de carbón, indicativo de un ambiente sedimentario con influencia continental (regresivo) y bajo nivel de energía. Los resultados obtenidos en los afloramientos Terciarios de San Pedro del Río, se reconocen, de base a tope, las secuencias de las formaciones Barco y Los Cuervos, afectada en su base por fallamiento geológico. De acuerdo con los resultados palinológicos se identifica el Paleoceno a través de la presencia del palinomorfo *Gemmastrophanolpites gemmatus* y del Paleoceno - Eoceno temprano por la presencia de *Proxapertites operculatus*. Las unidades

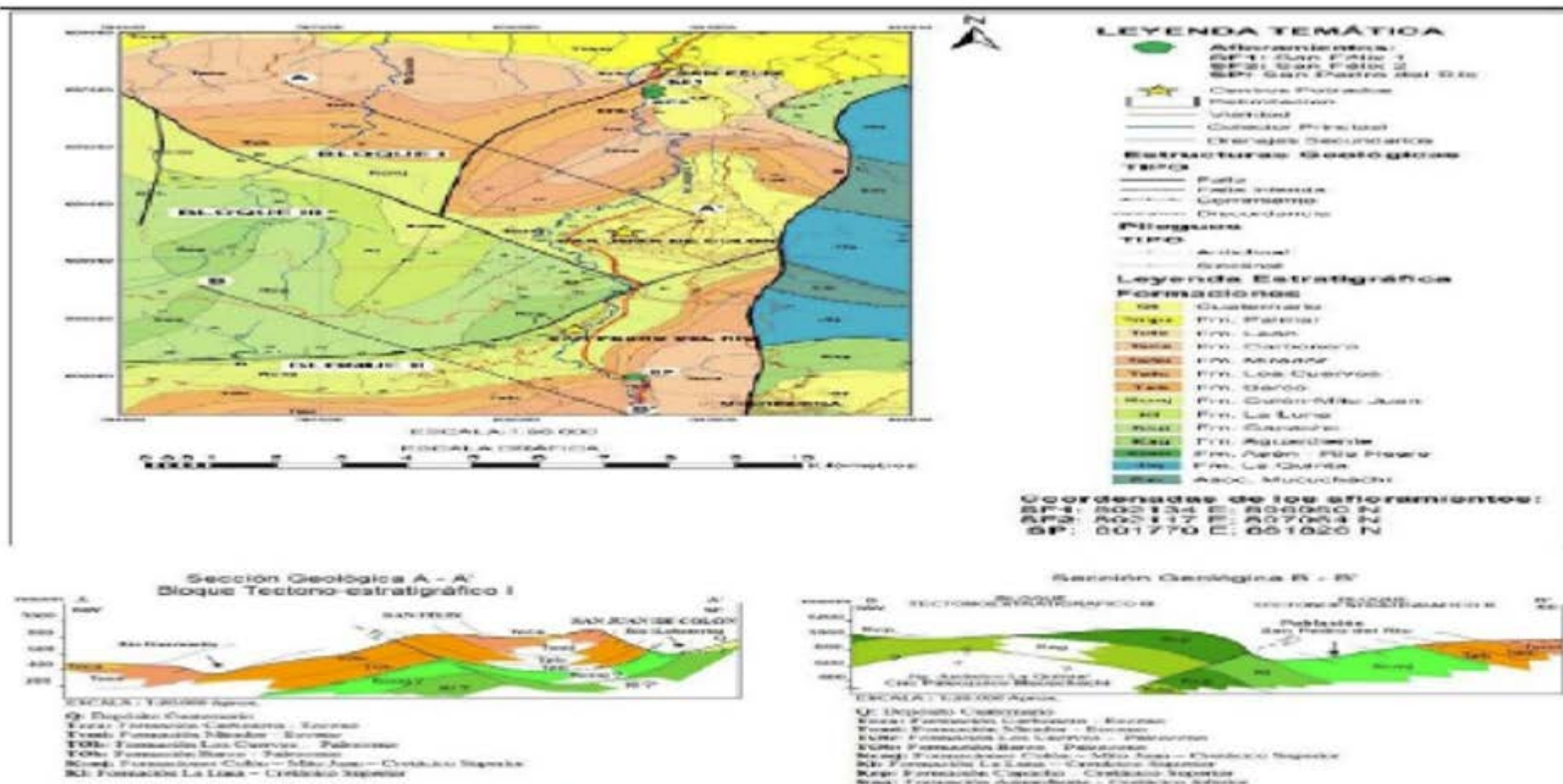


Figura 5. Mapa y corte geológico de la sección en estudio, con la determinación de los bloques tectonoestratigráficos para la zona.

superiores fueron evaluadas por Müller, et al. (1987) y Morán y Ramírez (2007), las cuales identifican edades en base a contenidos fósil de Eoceno medio y Eoceno tardío – Oligoceno para las formaciones Mirador y Carbonera. Un resultado de interés estratigráfico está relacionado con la presencia de facies marino-arrecifales interdigitadas en la base de la Formación Carbonera, consideramos que la presencia de estos estratos tenga continuidad lateral con la Formación La Sierra; se propone una extensión lateral de la Formación La Sierra hacia la sección de San Félix, con base al mapa paleogeográfico realizado por Pestman, et al. (1998), el cual la ubica entre las SB-44 y SB-42.5 (Eoceno Medio).

Conclusiones

Las facies sedimentarias permiten reconocer que la sección de San Félix corresponde, de base a tope, a medios sedimentarios de llanura deltaica de dominio fluvial afectado por mareas con intervalos de depósitos de carbonatos marinos arrecifales y finaliza con acumulaciones de llanura deltaica superior dominado por canales meandriformes. Mientras que la sección de San Pedro del Río, se caracteriza por acumulaciones de llanura deltaica plano inferior y medio, siendo el contenido de las facies del complejo deltaico más lútilico hacia la sección de San Félix y más arenoso en San Pedro del Río. El análisis estratigráfico determina que ambas secuencias sedimentarias son estratocrecientes, debido a la disminución de la tasa de subsidencia e incremento de la tasa de sedimentación; la geometría de los cuerpos arenosos se presenta como paquetes múltiples e interconectados, los cuales definen grandes complejos de sistemas deltaicos fluviales progredientes.

Referencias

- Allen, G. y Segura, F. (1990). *Clastic reservoirs sedimentology*. Otal Exploration Laboratory Short Course, pp. 80.
- Azpínbaga, I. y Casas, J. (1989). Estudio sedimentológico de las formaciones Mirador y Carbonera en el río Lobatera, estado Táchira, Venezuela. *Geos*, 28, pp. 1-17.
- Dunham, R. (1962). *Classification of carbonate rocks according to depositional texture*. American Association of Petroleum Geologists (AAPG). Memoir 1: pp. 108-121.
- Germeraad, J., Hopping, C. y Muller, J. (1998). Palynology of Tertiary sediments from tropical areas. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 6: pp. 189-348.
- Lorente, M. (1986). *Palynology and palynofacies of the Upper Tertiary in Venezuela*. J. Crammer, Berlin – Stuttgart, pp. 140-145.
- Martínez, N. y Camposano, L. (2000). *Caracterización química y radiométrica de secciones estratigráficas de las formaciones Barco y Mirador. San Pedro del Río, estado Táchira*. UCV, Caracas pp. 201.
- Miall, A. (1996). *The geology of fluvial deposits: sedimentary facies, basin analysis and petroleum geology*. New York, Springer – Verlag, pp. 581.
- Morán, I. y Ramírez, L. (2007). *Evolución estratigráfica de las formaciones Barco y Mirador al suroeste del estado Táchira y en dos transeptos estratigráficos semirregionales al noroeste del estado Apure*. Universidad de los Andes, TEG., Mérida, pp. 205.
- Müller, J., Di Giacomo, E. y Van Erve, A. (1985). *Apalytological zonation for the Cretaceous, Tertiary and Quaternary of North South America*. Maraven, S. A. VI Congreso Geológico Venezolano. Tomo 2: pp. 1042-1070.
- Müller, J., Di Giacomo, E. y Van Erve, A. (1987). *Apalytological zonation for the Cretaceous, Tertiary and Quaternary of North South America*. American Association of Stratigraphic Palynologists Contributions Series, 19: pp. 7-76.
- Ortega, F., Van Erve, A. y Monroy, Z. (1987). Formación Guafita. Nueva unidad litoclastostratigráfica del Terciario en el subsuelo de la Cuenca Barinas – Apure, Venezuela suroccidental. *Boletín Sociedad Venezolana de Geólogos*, 31: pp. 9-35.
- Parnaud, F., Gou, I., Pascual, J., Capello, M., Truskowski, I. y Passalacqua, H. (1995). *Estratigraphic synthesis of western Venezuela. Petroleum basins of South America*. AAPG., *Bulletin*. Memoir 62: pp. 681-698.
- Pestman, P., Ghosh, S., Melendez, L. y Lorente, M. (1998). Marco tectonoestratigráfico y paleogeográfico de la Cuenca de Maracaibo y áreas vecinas durante el Paleógeno. *Boletín Sociedad Venezolana de Geólogos*, 23(1): pp. 28-45.
- Pocknall, D., Erlich, R., Stein, J. y Lorente, M. (2001). *He palynofloral succession across the Cretaceous to Paleocene transition zone, Mérida Andean, western Venezuela*. American Association Stratigraphic Palynologist Foundation. Texas, USA. pp. 171-179.
- Paparoni, G. (2000). Análisis y caracterización de litofacies pertenecientes a parasecuencias de edad Eoceno (ambientes de transición). Formación Mirador de Venezuela occidental. *Geos*, 34: pp. 19.
- Rull, V. (1997). Oligo-Miocene palynology of the Rio Chama sequence (Western Venezuela) with comments on fossilic algae as paleoenvironmental indicators. *Palynology*, 21: 213-229.
- San Juan, J. (1964). Sedimentary structure in the "Frontal Sandstones" along the Perijá Mountain front between the rivers Palmer and Tucucó. *Asociación Venezolana de Geología, Minería y Petróleo. Boletín Informativo* 7 (3): 71-90.
- Toro, M. (1992). *Estratigrafía y arquitectura de facies fluvio-deltaicas de la zona de San Pedro del Río, Lobatera, estado Táchira*. UCV. Facultad de Ingeniería. Escuela de Geología, Minas y Geofísica. Caracas, pp. 160.
- Zambrano, E., Vasquez, E., Duval, D., Latreille, M. y Coffinieres, D. (1971). *Síntesis paleogeográfica y petrolera del occidente de Venezuela*. Memorias IV Congreso Geológico Venezolano. Tomo I. pp. 483-552.