

## 11 ALAGO. 2008. CONGRESO LATINOAMERICANO DE GEOQUIMICA ORGANICA

### Calizas pelágicas derivadas de eventos oceánicos anóxicos en la Formación Apón del Grupo Cogollo. Cuenca de Maracaibo. Venezuela.

José Méndez Baamonde<sup>1</sup>, Marvin Baquero<sup>2</sup>, José Alejandro Méndez<sup>3</sup>  
U.C.V., EXGEO <sup>1</sup>, PDVSA <sup>2</sup>, U.C.V. <sup>3</sup>

Palabras clave: Machiques, Piché, Aptiense, pelágico

#### Resumen

El Grupo Cogollo, representado por las formaciones Apón, Lisure y Maraca, indica una sedimentación calcárea en una plataforma epicontinental desde el Barremiense Tardío-Aptiense Temprano, hasta el Albiense Tardío. La base del Grupo Cogollo es la Formación Apón, constituida por los miembros Tibú, Machiques-Guaimaros y Piche, abarcando desde el inicio de la sedimentación calcárea hasta finales del Aptiense Tardío (tope de Piche). Las calizas de plataforma somera están intercaladas con algunos eventos transgresivos que trasladaron facies de características pelágicas hasta la plataforma somera. De estos eventos, dos son de carácter regional y corresponden al OAE 1A y OAE 1B, constituyendo niveles de roca madre de extensión regional generadores de hidrocarburos, anteriores a la Formación La Luna, la cual comienza en el Albiense Tardío-Cenomaniense). El primer evento (OAE 1A) se conoce como el Miembro Machiques, con espesores que pueden llegar hasta los 120 pies. El segundo evento (OAE 1B) con espesores que pueden llegar hasta los 100 pies, está situado cerca del tope del Miembro Piche (tope de la Formación Apón). En ambos eventos el promedio de COT está entre 2% y 3%, aun cuando algunos valores ocasionales se encuentran entre 5% y 6%, principalmente hacia la base de la sedimentación pelágica de estos eventos. La importancia de estos dos niveles de roca madre interdigitados entre calizas de plataforma somera, radica, no solamente en la presencia de niveles generadores de hidrocarburos diferentes a la Formación La Luna (suprayacente al Grupo Cogollo), sino que los mismos están situados entre facies de dolomitas, así como de packstone y grainstone de bioclastos, que pueden presentar porosidades convencionales y fracturas, constituyendo unidades de flujo y reservorios de hidrocarburos.

#### Introducción

El Grupo Cogollo originado durante el Aptiense y el Albiense en la cuenca de Maracaibo está constituido mayoritariamente por sedimentos calcáreos e interdigitaciones de areniscas, limolitas y lutitas. Abarca más de 60.000 km<sup>2</sup> entre los estados Zulia, Mérida, Táchira, Trujillo, Falcón oriental y parte de Lara (Fig. 1). Posee tres formaciones: Apón, Lisure y Maraca. La formación Apón, a su vez, está subdividida de base a tope, en los miembros Tibú, Machiques-Guaimaros y Piche (Fig. 2). El complejo de carbonatos se desarrolló en una plataforma somera, cuyas facies locales y regionales, constantemente fueron modificadas por las transgresiones y regresiones marinas, originando numerosos ciclos de cuarto y quinto orden, los cuales en conjunto se pueden subdividir en tres o cuatro ciclos de tercer orden que constituyen las formaciones nombradas (Méndez, 2007). Los eventos anóxicos situados en la Formación Apón y trasladados hasta la plataforma interna, fueron descritos detalladamente en los núcleos Alpuf 6, Totumo 3, VLA 711 y 26 D 2. En los tres primeros núcleos se colectaron más de 130 muestras de estos intervalos y se analizaron para el contenido de COT.

#### Calizas pelágicas depositadas sobre la plataforma del Grupo Cogollo

Durante la sedimentación del Grupo Cogollo en la cuenca de Maracaibo, el cual solamente representa todas las facies internas situadas detrás de un margen, la plataforma

interna estuvo sujeta a los ciclos normales de transgresiones y regresiones marinas. Como la plataforma era muy somera, una transgresión relativamente pequeña inundaba parcial o completamente esta plataforma. De igual modo, cualquier regresión menor, expuso las facies de la plataforma calcárea, desarrollando diagénesis subáerea, modificando las porosidades primarias y creando porosidades secundarias. De esta manera, los carbonatos del Grupo Cogollo son una intercalación de secuencias estratigráficas transgresivas y regresivas, con lo cual las facies transgresivas actúan como sello, o eventualmente, en algunos casos, como roca madre para las porosidades que se originaron y preservaron durante las facies progradantes regresivas.

Delante del margen del sistema de plataforma (talud y cuenca) se desarrolló en ambiente anóxico en el fondo, el cual tuvo lapsos de mayor y menor intensidad. Durante algunas transgresiones mayores se trasladó el ambiente anóxico y las facies características de un ambiente pelágico hasta la plataforma con lo cual la materia orgánica se desarrolló y preservó sobre un sistema sedimentario esencialmente somero, intercalándose entre facies que indican sedimentación en niveles altos y en algunos casos con porosidad.

De esta manera, la plataforma del Grupo Cogollo, estuvo en capacidad de desarrollar niveles de "roca madre" y generar hidrocarburos adicionales a La Formación La Luna, con migraciones relativamente pequeñas hasta las facies con porosidad de la misma plataforma.

Estas ideas también han sido exploradas en el Golfo Pérsico, en las plataformas de carbonatos del Cretácico Medio (formaciones Khatiyah y Mishrif), donde se estima que una gran concentración de materia orgánica en facies de mudstone y wackestone de la plataforma interna, adyacentes a sistemas de porosidad, han originado los reservorios en el sistema (Farzadi, 2006).

### **Calizas pelágicas del Miembro Machiques**

El Miembro Machiques es un ejemplo de una caliza pelágica originada sobre la plataforma somera al tope del Miembro Tibú, trasladándose las características anóxicas desde el margen externo de la plataforma y la cuenca, hasta la plataforma interna por medio de una transgresión marina (Méndez y Escandón, 1990). Machiques está muy bien representado en la parte occidental de la cuenca, principalmente en los campos Alpuf, Totumo, San José, Alturitas, San Julian, Machiques, La Paz, etc. En algunas de estas áreas puede tener hasta 100 o más pies de espesor. Hacia la parte media y cerca del tope las calizas son netamente pelágicas con foraminíferos planctónicos y, principalmente hacia el tope, se encuentran cristales de dolomitas diseminados en la matriz calcárea. Por lo tanto, Machiques representa un evento oceánico anóxico deriva de una transgresión marina que dio origen a una "roca madre" sobre la plataforma somera de carbonatos. Hacia el este de la cuenca la caliza pelágica disminuye en espesor y se interdigita con limos y lutitas de origen terrígeno dando lugar a las facies del Miembro Guaimaros.

El tope de Machiques indica una regresión marina que afectó a gran parte de la cuenca, principalmente en las áreas occidentales. La regresión sobre la plataforma originó un ambiente sedimentario cada vez más somero al tope de las calizas pelágicas, aumentando la evaporación y las concentraciones del magnesio con respecto al calcio, promoviendo una dolomitización regional. Esta facies de dolomita está presente en toda la cuenca y su identificación es notoria en los campos de la costa occidental donde puede tener hasta 30 pies de espesor. En los campos del Lago de Maracaibo disminuye notablemente el espesor y puede no ser fácil correlacionarla con la de la costa occidental, sin embargo, en el lago corresponde a las secuencias estratigráfica o tope del Miembro Guaimaros. La dolomita puede presentar porosidad intercrystalina y hacia el tope, principalmente en el occidente de la cuenca, hay fracturas y porosidad del tipo vug. Estas dolomitas pueden indicarse como el tope del Miembro Machiques o la base del Miembro Piché. La importancia de las calizas pelágicas y "roca madre" de Machiques, radica en la presencia de un evento oceánico anóxico sobre la propia plataforma somera, con lo cual los hidrocarburos generados fácilmente migraron hacia las facies con porosidad de las dolomitas y de otras facies situadas en el Miembro Piche.

## **Calizas pelágicas en el Miembro Piché**

El Miembro Piché de la Formación Apón es un ejemplo clásico de secuencias estratigráficas transgresivas y regresivas. Algunas de las secuencias regresivas presentan ciclos en los cuales hay porosidad móldica y vugs. Estos ciclos se encuentran situados entre secuencias transgresivas que actúan como sellos para las zonas de porosidad. Hacia el tope del Miembro Piche se encuentran dos niveles de calizas pelágicas indicando, como en el caso de Machiques, eventos oceánicos anóxicos desplazados hacia la plataforma interna por transgresiones marinas. Estos niveles presentan valores altos de COT y generaron hidrocarburos adyacentes a facies con porosidad. Los mayores espesores se encuentran hacia el tope del miembro donde la facies pelágica puede presentar hasta 40 pies de espesor y se sitúa entre dos niveles (infrayacente y suprayacente) de facies someras que usualmente suelen presentar porosidad. Algunas de las muestras analizadas por medio de secciones delgadas muestran una caliza pelágica con algo de foraminíferos planctónicos, fosfatos y cristales aislados de dolomita. Es importante considerar que el tope del Miembro Piché suele presentar los mejores reservorios de la Formación Apón con lo cual la presencia de las calizas pelágicas, interdigitadas entre zonas de porosidad, parece indicar que los hidrocarburos de Piché no necesariamente provienen de la Formación La Luna y que es más lógico estimar que han sido generados muy cerca o adyacentes a los reservorios.

## **Conclusiones**

1. Durante la formación y sedimentación de los carbonatos del Grupo Cogollo algunas transgresiones superiores a los 20 o 30 m, estuvieron en capacidad de trasladar hacia la plataforma interna, desde el talud externo al margen, las características anóxicas y originar calizas del tipo pelágicas, con gran contenido de materia orgánica y con capacidad para generar hidrocarburos.
2. El Miembro Machiques representa un episodio regional caracterizado por un evento oceánico anóxico masivo con sedimentación de calizas pelágicas sobre la plataforma interna somera. El espesor de 100 pies o más en algunos sectores occidentales de la cuenca, así como los valores ricos en COT, indican que ha sido un factor importante en la generación de hidrocarburos para los reservorios del Grupo Cogollo.
3. Hacia el tope del Miembro Piché se encuentran dos eventos oceánicos anóxicos desplazados hacia la plataforma interna, el principal de los cuales, está ubicado más cerca del tope de Piche, tuvo una duración mayor, con espesores de 40 pies, de carácter regional, y ubicado entre zonas de porosidad las cuales generalmente han sido productoras en los pozos.
4. De acuerdo a lo expuesto, ocurrieron dos grandes eventos oceánicos anóxicos derivados de transgresiones marinas sobre la plataforma, así como otros eventos menores con características similares. Los eventos mayores corresponden a Machiques y el tope del Miembro Piche.

## **Referencias**

Farzadi, p. (2006). The development of Middle Cretaceous carbonate platforms, Persian Gulf, Iran: constraints from seismic stratigraphy, well and biostratigraphy. *Petroleum Geoscience*. 12, p. 59-68.

Méndez B, J. (2007). Aspectos generales de la sedimentación del Grupo Cogollo durante el Aptiense y Albiense en la cuenca del lago de Maracaibo y Perijá. Venezuela. IX Congreso Geológico de Venezuela. Caracas.

Mendez B, J. y Escandón, M. (1990). Sedimentos Ricos en Carbono Orgánico en el Grupo Cogollo. El Miembro Machiques como Resultado de Eventos Transgresivos de Carácter Anóxico. II Congreso Latinoamericano de Geoquímica Orgánica. Caracas, 1990.

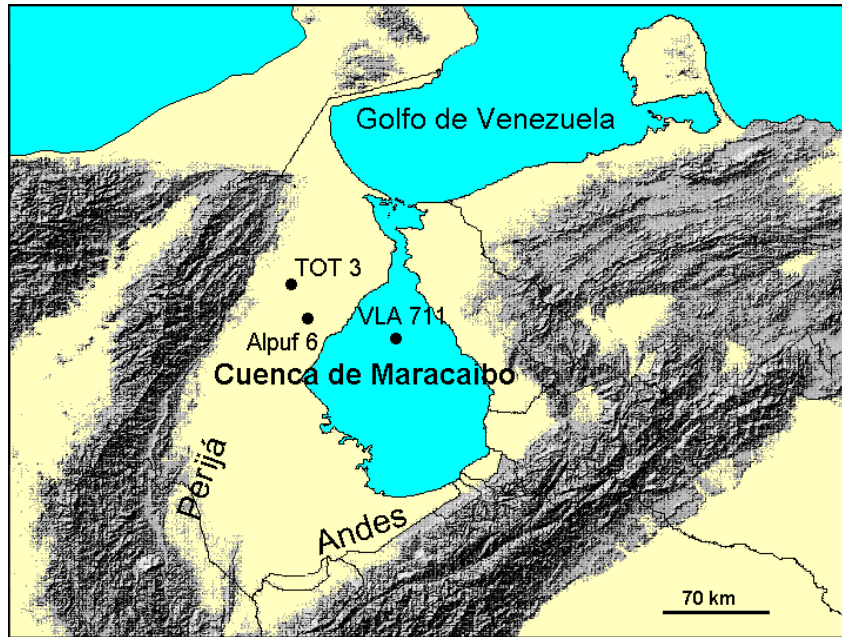


Fig. 1. Ubicación de la cuenca de Maracaibo. Está situada entre los Andes de Venezuela y la Sierra de Perijá. El Cretácico del Grupo Cogollo, sin tomar en cuenta los afloramientos en ambas cadenas de montañas, se encuentra entre 8.000 pies en el piedemonte de Perijá y más de 20.000 pies en los campos del Sur del Lago.

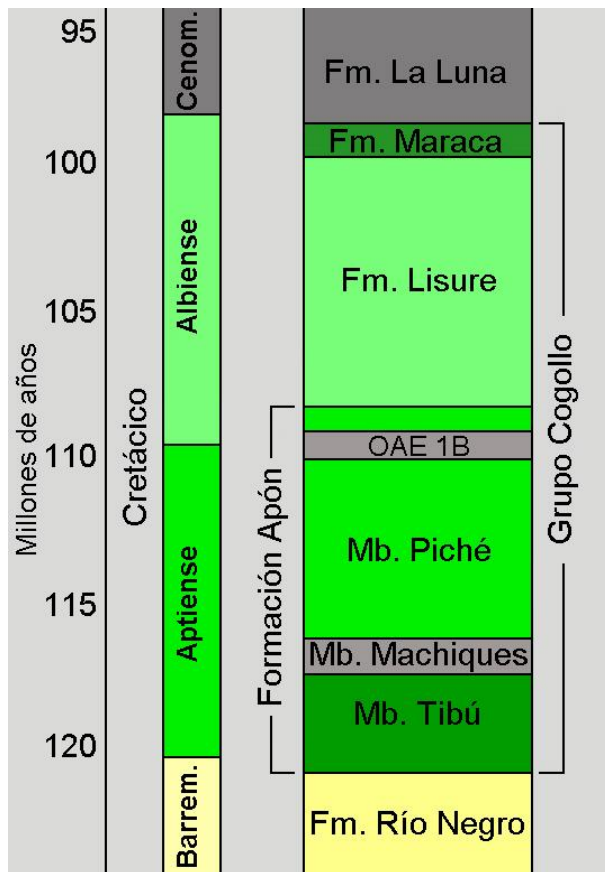


Fig. 2. Columna estratigráfica del Grupo Cogollo en la cuenca de Maracaibo. Está compuesto por tres formaciones: Apón Lisure y Maraca. La Formación Apón está compuesta por tres miembros: Tibú, Machiques y Piche. El Miembro Machiques representa un evento oceánico anóxico (OAE 1A), cuya sedimentación sobre la plataforma interna de carbonatos se originó en el Aptiense Temprano. El evento oceánico anóxico (OAE 1B) ubicado en el tope del Miembro Piche, se formó, igualmente al anterior, después de una transgresión sobre la plataforma interna de carbonatos para finales del Aptiense. Ambos eventos con calizas pelágicas y generadores de hidrocarburos, están situados entre calizas de aguas muy someras, algunas de éstas con facies presentando porosidad y eventuales reservorios de hidrocarburos.