



*XI CONGRESO LATINOAMERICANO DE GEOQUÍMICA ORGÁNICA  
2-6 de Noviembre de 2008  
Isla de Margarita, Venezuela*

## **CARACTERIZACIÓN DE SECUENCIAS DEL TERCIARIO DE LA CUENCA ORIENTAL DE VENEZUELA A TRAVÉS DE TÉCNICAS DE ANÁLISIS MICROSCÓPICO: IMPLICACIONES AMBIENTALES**

G. LO MÓNACO<sup>1</sup>, K. QUINTERO<sup>1</sup>, P. LUGO<sup>1</sup>, L. LÓPEZ<sup>1</sup>, S. LO MÓNACO<sup>1</sup>, A. DE ABRISQUETA<sup>2</sup>, W. KALKREUTH<sup>3</sup>, M.C.R. PERALBA<sup>4</sup>, N. FRANCO<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Instituto de Ciencias de la Tierra. Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela. [karlita\\_ven@hotmail.com](mailto:karlita_ven@hotmail.com)

<sup>2</sup>Instituto Nacional de Geología y Minería de Venezuela, Caracas, Venezuela

<sup>3</sup>Instituto de Geociencias, <sup>4</sup>Instituto de Química. Universidad Federal do Rio Grande do Sul, Brasil.

### **RESUMEN**

En el presente trabajo se muestran los resultados obtenidos para ocho muestras de rocas pertenecientes a una secuencia del Terciario de la Cuenca Oriental de Venezuela, analizadas a través de la Microsonda Electrónica para el análisis de Rayos-X característicos (EPMA) y Microscopía Electrónica de Barrido (MEB), con el objetivo de determinar las diferentes asociaciones elementales de mayoritarios y traza, su relación con las fases orgánicas e inorgánicas, la morfología de los minerales de arcilla y las implicaciones en las condiciones redox del ambiente de sedimentación en la acumulación y distribución de la materia orgánica.

El análisis por EPMA permitió determinar que las lutitas están compuestas principalmente de aluminosilicatos, preferencialmente del grupo de las arcillas, junto con cristales de sulfuros y abundantes vetas de materia orgánica que incrementan en proporción hacia la base de la sección estratigráfica. Las areniscas están constituidas por aluminosilicatos del grupo de las arcillas, cuarzo y siderita, en algunos casos suelen estar visiblemente fracturadas con relleno de materia orgánica. Por su parte, la Microscopía Electrónica de Barrido permitió la identificación de minerales del grupo de las arcillas como caolinita, illita y haloisita.

**Palabras clave:** EPMA, MEB, materia orgánica, arcillas, Cuenca Oriental de Venezuela.

### **EXPERIMENTAL**

Ocho muestras de roca de una secuencia estratigráfica del Terciario de la Cuenca Oriental de Venezuela, fueron seleccionadas para realizar análisis microscópico. Siete de las muestras corresponden a las lutitas con mayor concentración de carbono orgánico (COT), y una arenisca que permitió determinar la composición y asociación elemental de este tipo de rocas que conforman el núcleo.

Para caracterizar la distribución elemental junto a la composición de mayoritarios y traza en muestras con diferentes asociaciones elementales, se usó la Microsonda Electrónica para el análisis de Rayos-X Característicos (EPMA) marca JEOL, modelo JXA-8900R, equipada con tres espectrómetros WDX y un espectrómetro EDX. El análisis se llevó a cabo para 3 lutitas y una arenisca, siendo el espectrómetro EDX el usado para establecer las asociaciones elementales de las fases minerales u orgánicas.

Otro grupo de muestras (5) correspondiente a lutitas, se analizaron mediante la técnica de Microscopía Electrónica de Barrido (MEB), en un equipo JEOL JSM-5910 LV, permitiendo



*1988-2008*

*20 AÑOS DE ALAGO*



así observar la morfología de los minerales de arcilla presentes y las posibles relaciones texturales entre ellos.

## RESULTADOS Y DISCUSIONES

### *Estudio a través de la Microsonda de Electrones para el Análisis de Rayos X Característicos (EPMA)*

El análisis por EPMA de las muestras permitió determinar la presencia de cristales embebidos dentro de su matriz que pudieron ser visualizados a través de imágenes tipo COMPO, producto de electrones retrodispersados (Fig. 1). Mediante el detector de EDX fue posible determinar que estos cristales (en su mayoría cúbicos), están constituidos por S, Fe y Zn, lo que permite indicar la presencia de los minerales pirita y esfalerita. Esta muestra presenta concentraciones de azufre total de 2,02%, esto junto con la presencia de sulfuros, sugiere que las cantidades de ión sulfuro generadas producto de la respiración de las bacterias anaeróbicas, fueron consumidas por la disponibilidad de iones  $Fe^{2+}$  y  $Zn^{2+}$ , lo que impidió la acumulación de  $H_2S$  en la columna de agua y no permitiendo de esta forma el establecimiento de condiciones anóxicas-euxínicas. Este resultado concuerda con lo obtenido por Quintero (2007), en base al estudio de biomarcadores que indican condiciones subóxicas-disóxicas en el ambiente de sedimentación.

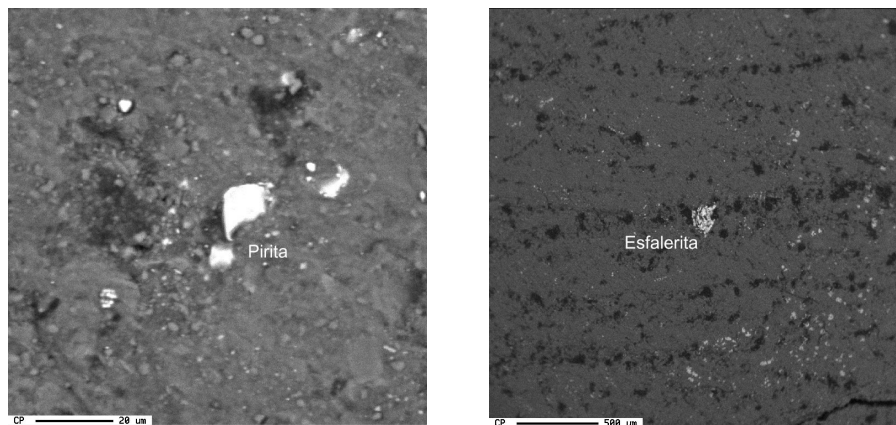


Figura 1. Imágenes COMPO de una muestra. a) Matriz de lutita con cristales de pirita, b) Matriz de lutita con cristales de esfalerita.

Para una lutita con múltiples vetas dentro de su matriz, las imágenes COMPO y su relación con los mapas elementales (Fig. 2), permitieron determinar que las vetas están constituidas principalmente de C, con bajas proporciones de S, asociación referida a materia orgánica. La matriz, presenta proporciones abundantes de los elementos Al, O y Fe, lo que permite interpretar que la matriz está compuesta por aluminosilicatos del grupo de las arcillas, con proporciones variables de siderita las cuales fueron reportadas por Torrealba (2002) como posible material cementante. Esta matriz presenta proporciones menores de C, que indican baja proporción de materia orgánica dispersa. Las mayores proporciones de materia orgánica se encuentran rellenando fracturas.



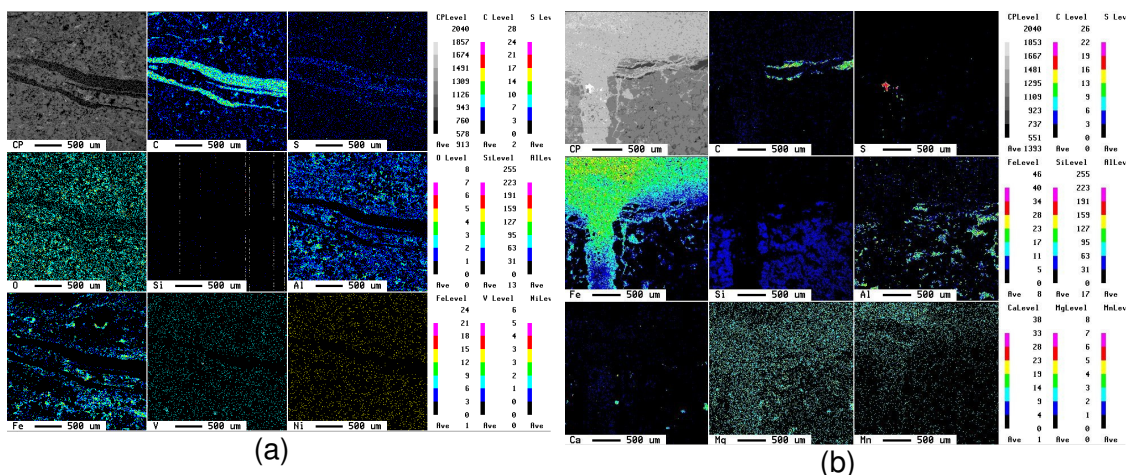


Figura 2. Imágenes tipo COMPO y mapas elementales (a) Lutita con vetas de materia orgánica embebidas en la matriz lutítica (b) Arenisca en la zona de veta de siderita.

La arenisca posee una veta de siderita de aproximadamente 1,5 cm de espesor, distribuida a lo largo de toda la muestra y visiblemente fracturada, la cual esta embebida dentro de una matriz arenosa. La veta se presentaba en tonalidades de gris claro y la matriz es de color gris oscuro, los límites entre ambas zonas se muestran como moteamiento entre ambas tonalidades de gris (Fig. 2b). En base a la relación entre las imágenes COMPO y los mapas de distribución elemental, fue posible determinar que la matriz está compuesta principalmente de Si, aunque en algunas zonas el Al puede llegar a ser importante, lo cual corresponde a cuarzo y en menor proporción aluminosilicatos. La distribución elemental de la veta y su análisis puntual, muestra la presencia abundante de Fe, lo que permitió corroborar que su composición corresponde a siderita, Mg está presente en menor proporción que Fe, indicando que la dolomita también es un mineral constituyente de la veta. La presencia de siderita en la muestra sugiere baja disponibilidad de iones  $S^{2-}$  respecto a  $Fe^{2+}$  para la formación de pirita, apoyando la ausencia de condiciones anóxicas-euxínicas durante la sedimentación. Por otra parte también sugiere la baja disponibilidad de iones  $Ca^{2+}$  para la formación de calcita.

Los elementos observados en las fracturas blanquecinas dentro de la veta de siderita fueron Al y Si, comprobándose por estos mapas de análisis elemental que este tipo de vetas esta constituida de aluminosilicatos del grupo de las arcillas, acorde con la composición mineralógica determinada (Fig. 2b). Sobre la base de la presencia de C en los mapas elementales de las fracturas de color negro vista en imágenes tipo COMPO, se determinó que están formadas en su totalidad de materia orgánica, las cuales incrementan de base a tope en la secuencia sedimentaria y poseen muy poca pirita asociada, relacionada a la abundancia y distribución de los elementos Fe y S en la materia orgánica (Fig. 2b).

#### *Identificación y morfología de los minerales de arcilla en las muestras de roca*

Las imágenes obtenidas por MEB, permitieron determinar que en su mayoría, las muestras están compuestas por minerales de arcilla del tipo caolinita (Fig. 3), los cuales





se asemejan a hojas delgadas, dentro de una matriz físil compuesta principalmente por minerales como moscovita, cuarzo, y otros minerales no identificados del grupo de las arcillas.

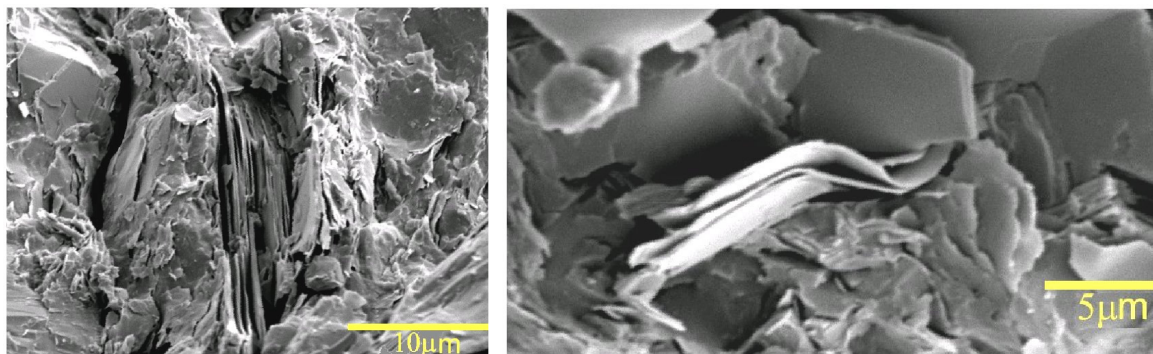


Figura 3. Imagen de microscopía de barrido de las lutitas identificando minerales de arcilla.

La figura 3b muestra lámina delgadas con un dobles de casi 90° de la posición original que se observa en las laminas adyacentes. Estos dobles generalmente culminan de forma tubular similar a la haloisita, como sugiere Torrealba (2002). Sin embargo, estos minerales son muy frágiles por lo que esta anomalía en la morfología no puede ser generada por esfuerzos físicos, sino por deshidratación de minerales de arcillas, especialmente las expansivas al someterse a altas temperaturas. La presencia de illita fue confirmada en las imágenes de MEB con una morfología muy variada, pero generalmente presenta una morfología fibrosa (Fig. 4).

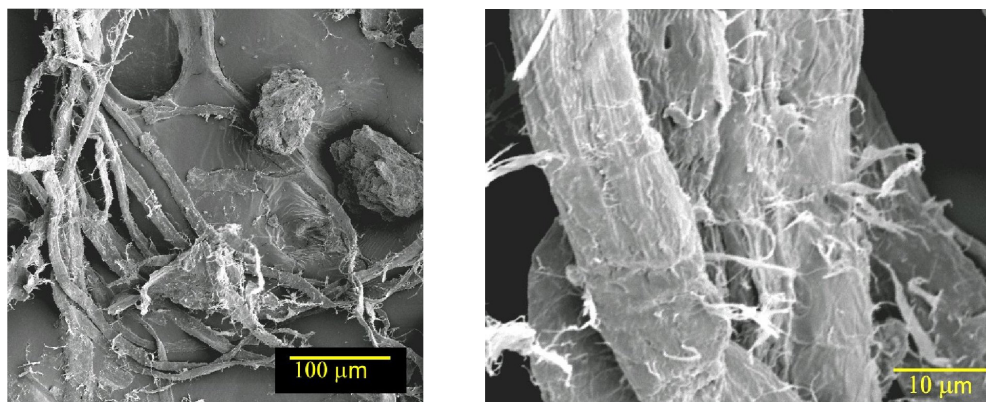


Figura 4. Imagen y detalle de posible arcilla tipo illita de las lutitas

## CONCLUSIONES

Los estudios con la microsonda electrónica para el análisis de rayos-X característicos a través de las imágenes tipo COMPO y los mapas de distribución elemental, ayudaron a determinar que las lutitas están compuestas principalmente de aluminosilicatos del grupo de las arcillas, junto con cristales de sulfuros y abundantes vetas de materia orgánica que incrementan en proporción hacia la base de la sección estratigráfica estudiada. Las





***XI CONGRESO LATINOAMERICANO DE GEOQUÍMICA ORGÁNICA***  
***2-6 de Noviembre de 2008***  
***Isla de Margarita, Venezuela***

areniscas están constituidas por cuarzo, siderita y aluminosilicatos del grupo de las arcillas, las cuales suelen estar fracturadas y rellenas de materia orgánica. Mediante MEB se identificó la caolinita.

Los minerales tipo arcilla de las muestras de lutita están visiblemente alterados, principalmente debido a la pérdida de agua de sus estructuras a causa de la temperatura y la presión durante el soterramiento y al proceso de maduración de la roca. Aunque aun se pueden reconocer ya que conservan rasgos y evidencias de su morfología original.

Las distribuciones elementales indican que la materia orgánica en esta sección estratigráfica está principalmente acumulada en fracturas y la presencia de sulfuros sugiere que no ocurrió la acumulación de H<sub>2</sub>S en la columna de agua para la generación de condiciones anóxicas-euxínicas durante la sedimentación de la materia orgánica.

### **AGRADECIMIENTOS**

Los autores agradecen por el financiamiento otorgado por el FONACIT Proyecto PI-2006000213 y Proyecto LOCTI-TOTAL. Así mismo a PDVSA por la donación de muestras para este estudio.

### **REFERENCIAS**

Quintero, K., 2007. Caracterización de biomarcadores del bitumen y su posible relación con parámetros inorgánicos en rocas del pozo La Vieja VZ-1X en el intervalo estratigráfico entre 778,7 y 1094,2 metros de profundidad, Cuenca Oriental de Venezuela, Trabajo Especial de Grado, Postgrado en Geoquímica, Facultad de Ciencias Universidad Central de Venezuela.

Tissot, B. and Welte D., 1984. Petroleum Formation and Occurrence Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, New York, Tokio. 699.

Torrealba, J., 2002. Caracterización geoquímica de las arcillas de la Formación Carapita. Cuenca Oriental de Venezuela. Proyecto Geoquímico II. Instituto de Ciencias de la Tierra. Escuela de Química. Facultad de Ciencias, U.C.V.



***1988-2008***  
***20 AÑOS DE ALAGO***