

USO DE LOS MINERALES DE ARCILLA COMO GEOTERMÓMETROS EN MUESTRAS DEL NÚCLEO VZ-1X. CUENCA ORIENTAL DE VENEZUELA.

Use of clay minerals as geothermometers in samples of core VZ-1X. Eastern Venezuelan Basin.
K. QUINTERO¹, G. LO MÓNACO¹, L. LÓPEZ., S¹. LO MÓNACO¹, A. DE ABRISQUETA².

¹Instituto de Ciencias de la Tierra, Centro de Geoquímica, Facultad de Ciencias. UCV.

Apartado Postal 3895, Caracas 1010-A, Venezuela. karla.quintero@ciens.iucv.ve

²Ingeomín, Caracas, Venezuela.

RESUMEN

Se realizó la caracterización de arcillas interestratificadas tipo I/S (ilita/esmectita), para una muestra dentro de una secuencia estratigráfica del Terciario, Cuenca Oriental de Venezuela con la finalidad de determinar el uso de los minerales de arcilla como geotermómetros. Al observar el desplazamiento de picos entre las arcillas expansivas para la muestra cruda y glicolada, es posible ubicar la muestra dentro de un intervalo de interestratificación $R=0$, lo que puede ser correlacionado con la etapa de madurez de la materia orgánica (diagénesis). Sin embargo la temperatura máxima de pirólisis (T_{max}), ubica a la muestra dentro de la catagénesis de la materia orgánica, por lo que el modelo no permite hacer una correlación con la etapa de madurez determinada por pirólisis Rock-Eval. Estos resultados indican que el proceso de ilitización, desde el punto de vista de su uso como geotermómetro en la determinación de temperaturas de diagénesis de la materia orgánica, debe ser sometido a revisión tomando en cuenta todos los factores diferentes a la profundidad, que contribuyen al incremento en la temperatura de la roca fuente, y de esta manera permitir la correlación efectiva entre el proceso de ilitización y la etapa de madurez de la materia orgánica.

ABSTRACT

These works present the characterization of interbedded clay type I/S (illite/smectite), for one sample within a stratigraphic sequence of Tertiary in the Eastern Venezuelan Basin, with the purpose to determining the use of clay minerals like geothermometers. When observing the displacement of between the sign, crude and glycolate expansive clays, is possible located within an interstratification interval of $R=0$, which can be correlated with the stage immature for the organic matter (diagenesis). Nevertheless the maximum of hydrocarbon generation during pyrolysis (T_{max}), locate the sample within the catagenesis stage of organic matter, and the model does not allow make a correlation with the stage of maturity determined by means of the T_{max} . These results indicate that the used of illitization process as geothermometer in the determination of temperatures of organic matter diagenesis, must be submitted to revision taking into account all the factors different from the depth, that they contribute to the increase in the temperature of the rock source, and this way to allow to the effective correlation between the process of illitization and the stage of maturity of the organic matter.

BREVE INTRODUCCIÓN

Los minerales del grupo de las arcillas se forman en la parte más externa de la corteza terrestre como resultado de la interacción de la litósfera con la atmósfera, hidrosfera y biosfera. La mayoría son aluminosilicatos que cristalizan como filosilicatos y poseen un tamaño alrededor de $2\mu\text{m}$.

Las relaciones empíricas entre las transformaciones de los minerales de arcilla durante la diagénesis y la temperatura proveen la base para el estudio de éstos como geotermómetros. Este uso de los minerales de arcilla ha sido aplicado principalmente en procesos diagenéticos, hidrotermales y metamórficos para el mejor entendimiento de la historia térmica de la migración de fluidos, hidrocarburos, formación de minerales y yacimientos minerales (Pollastro, 1990). En el campo de la geoquímica del petróleo, los minerales de arcilla proveen información útil en la exploración, evolución y producción de hidrocarburos. En particular, los cambios en los minerales de arcilla pueden ser usados como geotermómetros que registran temperaturas correspondientes a varios pasos en la generación de hidrocarburos (Pollastro, 1990), a continuación se mostrará el uso de los minerales de arcilla identificados y presentes en el núcleo VZ-1X como geotermómetros.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se caracterizaron las arcillas interestratificadas tipo I/S (ilita/esmectita) en una muestra de una secuencia Terciaria de un núcleo tomado en la Cuenca Oriental de Venezuela. Los datos fueron obtenidos por Torrealba (2002) a través de la difracción de Rayos-X, utilizando un equipo Siemens Broker (D8 advance). Con las

preparaciones de arcilla cruda y glicolada, se determinó el grado de diagénesis, por medio del reconocimiento de tres formas de ordenamiento de la estructura básica de los minerales de arcilla tipo I/S, utilizando la notación creada por Reynolds (1980) que las clasifica en desordenadas $R=0$, ordenadas en un corto rango $R=1$ y ordenadas en un largo rango $R\geq 3$, cada una de estas notaciones corresponden a un desplazamiento en la distancia en angstrom del espectro de difracción. Este método calcula aproximadamente los porcentajes de ilita y esmectita (expansiva). Los cambios de las arcillas I/S desordenada $R=0$ a ordenada $R=1$ en los difractogramas indican alteraciones en la estructuras de las arcillas debido al incremento de la temperatura y la presión a causa de procesos diagenéticos durante el soterramiento (Polastro, 1990). Por su parte, las muestras también fueron analizadas por Microscopía Electrónica de Barrido (MEB) con el fin de observar la morfología de los minerales de arcilla. En la muestra se determinó la madurez de la materia orgánica por medio de pirólisis Rock-Eval, obteniéndose la temperatura de máxima generación $T_{m\acute{a}x}$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El uso de los minerales de arcilla como geotermómetros deriva del modelo propuesto por Hoffman y Hower (1979), basado en estudios de rocas del Terciario, quienes establecen intervalos de estabilidad de diferentes minerales de arcilla de acuerdo con la temperatura. Siendo las transformaciones y el grado de ordenamiento cristalino los que permiten la utilización como geotermómetros.

Para determinar en que etapa del modelo geotérmico, se encuentra la lutita, se obtuvieron los difractogramas de las arcillas extraídas de la muestra estudiada (Fig. 1), donde se observan los picos característicos de una arcilla estratificada ilita/esmectita. Al superponer ambos espectros se determinó el desplazamiento de los picos correspondientes a la arcilla tipo I/S. Por otra parte, las imágenes de microscopía electrónica de barrido de esta muestra permitieron identificar ilita, y vestigios de esmectita, por lo que se puede inferir la presencia del proceso de ilitización.

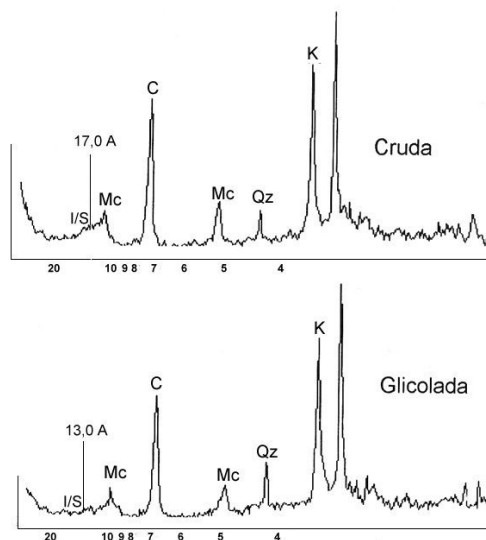


Figura 1. Difractogramas de una muestra del núcleo mostrando la señal I/S (Torrealba, 2002).

De acuerdo al desplazamiento de picos observado entre la muestra de arcillas cruda y glicolada, la lutita pudiese ubicarse en un rango equivalente a $R=0$ lo que puede ser correlacionado con la etapa de madurez de la materia orgánica, comúnmente obtenida a través de temperaturas máximas de pirólisis. En la figura 2 se ilustra la correlación de las etapas de madurez de la materia orgánica y las etapas de ordenamiento en las estructuras de los minerales de arcillas, conforme aumenta la temperatura durante el proceso de ilitización para la muestra objeto de estudio. Según Hoffman y Hower (1979), el mayor cambio de la arcilla $R=0$ a $R=1$ ocurre en un rango de temperatura de 100 a 110 °C, pero en rocas de edad Terciaria y Cretácica estos rangos van de 130 a 140 °C. Este modelo también propone que las rocas menos maduras deberían poseer un cambio en su ordenamiento cristalino igual a $R=0$ y las de mayor madurez deberían presentar un ligero ordenamiento de interstratificación igual a $R=1$.

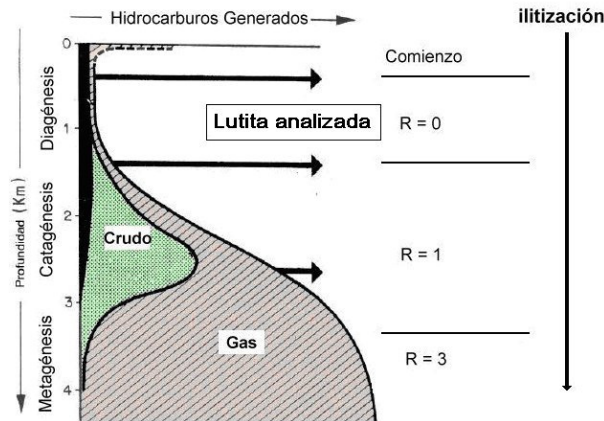


Figura 2. Comparación de los rangos de organización cristalina generados por la madurez de los minerales de arcilla y las etapas de madurez alcanzadas por la evolución térmica de la materia orgánica contenida en la roca.

Por otra parte, los datos generados en el análisis de pirólisis Rock-Eval, para la muestra estudiada, indican una temperatura máxima de 432 °C. El intervalo de $T_{\text{máx}}$ entre 430 y 470°C corresponde con la etapa de catagénesis de la materia orgánica y por lo tanto equivale a rangos de temperatura en sistemas naturales entre 50 y 150°C, incluso extendiéndose a los 200°C (Hunt, 1995). Este resultado es cónsono con la temperatura de 150°C propuesta en el modelo geotérmico de Hoffman y Hower (1979), como límite máximo de estabilidad de la caolinita y es por esta razón que las imágenes del microscopio de barrido muestran minerales alterados (Fig. 3) donde la estructura típica de libro se altera y muchas de las hojas como la de algunas micas están desplazadas o dobladas.

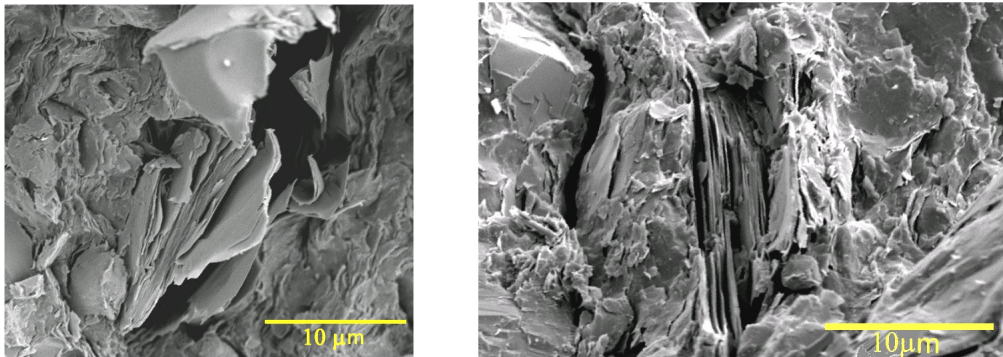


Figura 3. Imagen de microscopía de barrido para una lutita de la secuencia estudiada.

Sin embargo, al comparar los resultados del modelo Hoffman y Hower (1979), y los análisis por microscopía de barrido, que ubican a la muestra en una etapa inmadura (diagénesis, Fig. 2), estos no coinciden con los obtenidos por pirólisis Rock-Eval, donde la temperatura máxima de pirólisis, ubica a la muestra en una etapa madura en cuanto a la generación de hidrocarburos (catagénesis). Las discrepancias entre el modelo geotérmico y los resultados de temperaturas máximas de pirólisis indican que es necesario incluir aproximaciones dentro del modelo geotérmico, que permitan simular de manera más precisa las condiciones reales del ambiente natural de diagénesis de la roca, ya que hasta este momento el modelo solo toma en cuenta que los cambios en el proceso de ilitización son debidos al aumento de temperatura producto del incremento de la profundidad. Este modelo no considera otros factores como la litología de la roca, la conductividad térmica, las concentraciones de carbono orgánico total y tipo de materia orgánica, como factores importantes para el proceso de maduración de la materia orgánica.

CONCLUSIONES

Para la muestra analizada, el modelo geotérmico no se correlaciona con los datos de temperatura máxima de pirólisis, por lo que el proceso de ilitización y su uso como geotermómetro, en la determinación de temperaturas de diagénesis, debe ser modificado de manera que se tomen en cuenta todos los factores diferentes a la profundidad, que también contribuyen al incremento en la temperatura de la roca fuente. De esta manera se podría obtener una correlación efectiva entre el proceso de ilitización y la etapa de madurez de la materia orgánica. Sin embargo aún son necesarias las comparaciones y correlaciones para un mayor número de muestras.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen por el financiamiento otorgado al CDCH proyecto (PG-03-00-6518/2006).

REFERENCIAS

- Hoffman, J. and Hower, J., 1979 Clay mineral assemblage as low grade metamorphic geothermometer: Application in the thrust faulted Disturbed Belt of Montana, USA: Aspect of diagénesis, Peters A. A. Scholled and Paul R. Schluger, eds. SEPM special publication, (26), p 55-79.
- Hunt, J. M., 1995. Petroleum Geochemistry and Geology. Second Edition. W. H. Freeman and Company, p. 743.
- Pollastro, R., 1990. The illite/smectite geothermometers concepts, methodology and application to basin history and hydrocarbon generation: Applications of thermal maturity studies to energy exploration, Vito F., and Charles E., eds, 1-18.
- Reynolds, R., 1980. Interstratified clay minerals, in BRINDLEY, And Brown G, eds, Crystal structure of clay minerals and their X-ray identification, Mineralogical Society, London, 249-303.
- Torrealba, J., 2002. Caracterización geoquímica de las arcillas de la Formación Carapita. Cuenca Oriental de Venezuela. Trabajo Especial de Grado. Instituto de Ciencias de la Tierra. Escuela de Química. Facultad de Ciencias, U.C.V.