

Parámetros petrográficos aplicados al estudio de la génesis del gas en carbones de las cuencas de Lorraine (Francia), Warrior y San Juan (USA)

Petrographic parameters applied to the study of gas genesis in coals from Lorraine (France), Warrior and San Juan (USA)

A. Jiménez (*), I. Suárez-Ruiz (**), y L. Martínez (*)

(*) Université Louis Pasteur. Centre de Géochimie de la Surface. 1, rue Blessig, 67084 Strasbourg, Francia.

(**) Instituto Nacional del Carbón. C.S.I.C. Ap. Co. 73, 33080 Oviedo, España.

ABSTRACT

In this work, gas genesis (methane) in coals from Lorraine (France), Warrior and San Juan (USA) Basins are studied using classical petrographic parameters such as vitrinite reflectance and maceral analysis. Petrographic characterization allow the visualization of the transformations in organic compounds which are responsible for coal hydrocarbon generation. Determination of the onset in the gas window is also possible from petrographic results. Coal samples studied here show similar chemical composition and thermal evolution, and therefore, the Lorraine basin could have a methane production capacity similar to that of the American basins (Warrior and San Juan).

Key words: Coal, gas, methane, genesis, vitrinite reflectance, maceral analysis.

Geogaceta, 20 (3) (1996), 742-744
ISSN: 0213683X

Introducción

La generación de gas en el carbón se encuentra en relación con su grado de evolución y su composición maceral (Mukhopadhyay y Hatcher, 1993). El carbón genera hidrocarburos líquidos y gaseosos según el grado de evolución o rango alcanzado en la cuenca sedimentaria. Así, los carbones con un rango de bituminosos de altos volátiles a bituminosos de volátiles medios generan hidrocarburos líquidos en el intervalo de bituminización denominado «ventana del aceite» y los carbones más evolucionados (bituminosos de bajos volátiles a antracitas) generan hidrocarburos gaseosos, fundamentalmente metano, en la «ventana del gas». Los macerales del grupo liptinita y los componentes más hidrogenados del grupo vitrinita son los responsables de la generación de estos hidrocarburos (Teichmüller, 1989).

Los parámetros petrográficos clásicos como reflectancia de la vitrinita y la composición maceral permiten estimar las transformaciones de los constituyentes que tienen mayor potencial generador de hidrocarburos, de manera que la información obtenida puede aplicarse al estudio de la génesis térmica de gas del carbón.

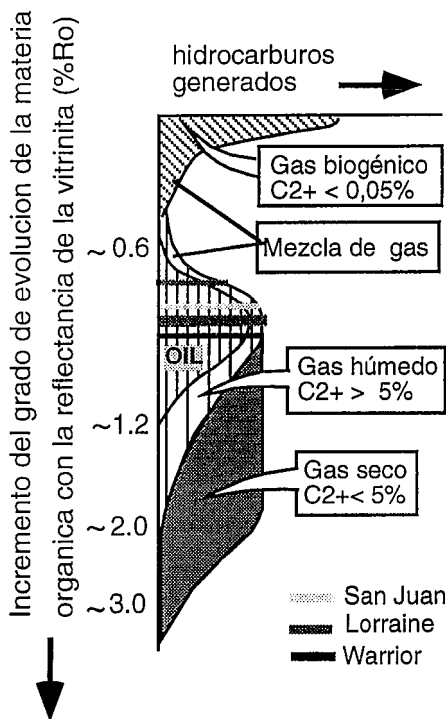


Fig. 1.- Situación de los carbones estudiados en la ventana del aceite y tipos de hidrocarburos generados durante la evolución del kerógeno (Bordenave et al., 1993).

Fig. 1- Location of the studied coals in the oil window and types of hydrocarbons generated during kerogen evolution (Bordenave et al., 1993).

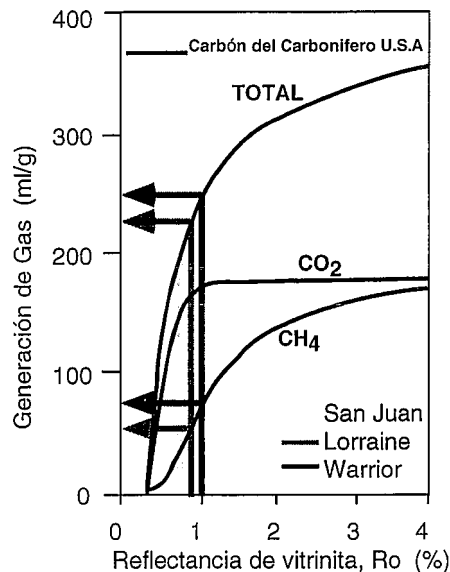


Fig. 2.- Potencial generador de gas en los carbones estudiados en relación con la reflectancia de la vitrinita según la correlación obtenida por Higgs (1986) para carbones americanos.

Fig. 2- Estimated gas generation of the studied coals as a function of vitrinite reflectance according to the correlation established by Higgs (1986) for USA coals.

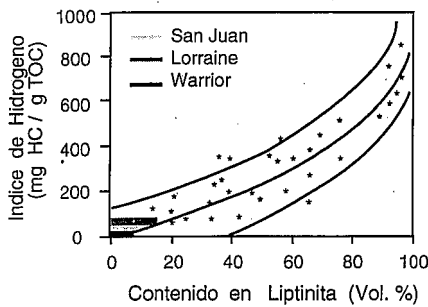


Fig. 3.- Variación de los hidrocarburos generados (IH) con el contenido en liptinita (Mukhopadhyay y Hatcher, 1993).

Fig. 3- Hydrocarbon potential from different liptinite contents (Mukhopadhyay y Hatcher, 1993).

Asimismo, a partir de los resultados de reflectancia de la vitrinita se pueden inferir las propiedades del carbón que están directamente relacionadas con la génesis del gas, como la composición química (C, H, y Materias Volátiles) o las propiedades físicas (densidad, porosidad y dureza). En este contexto, el objetivo principal de este trabajo es comparar la capacidad generadora de metano en el carbón procedente de la cuenca de La Lorraine (Francia) con la que presentan carbones de las cuencas de Warrior y San Juan (USA) aplicando, para ello, los parámetros petrográficos en el estudio de la génesis del gas.

Experimental

Se ha realizado la caracterización petrográfica a partir de las medidas de la reflectancia de la vitrinita (Norma ISO 7404/5), del análisis maceral (Norma ISO 7404/3) y de las observaciones cualitativas en fluorescencia (utilizando como fuente de excitación la radiación azul violeta y objetivos de inmersión en agua). La caracterización química se efectuó mediante el análisis inmediato (contenido en materias volátiles según Norma ISO-562-1981, cenizas: ISO-1171-1981 y humedad) y del análisis elemental (%C, %H, %N y %S) empleándose un equipo LECO CHN 600 y LECO SC 132. El oxígeno se determinó por diferencia. La preparación previa de las muestras para los diferentes análisis se realizó según Normas vigentes (UNE 32-102-83/84).

Las muestras estudiadas pertenecen a las capas de carbón de LA HOUVE, SIMON y REUMAUX de la cuenca carbonífera de Lorraine (NE de Francia), MARY LEE de la cuenca carbonífera de Warrior (Alabama, USA) y DURANGO de la cuenca cretácica de San Juan (Colorado, USA).

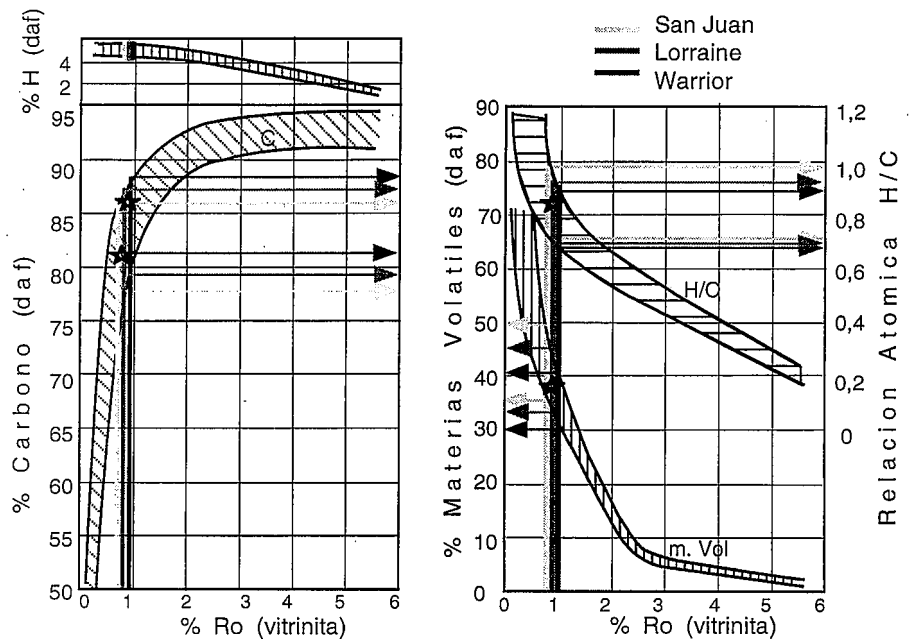


Fig. 4.- Correlación de la reflectancia de la vitrinita (% Ro) con diferentes parámetros de rango químicos (Stach et al., 1982). - valores calculados para todas las muestras * valores medidos para los carbones de la Cuenca de Lorraine.

Fig. 4- Correlation between vitrinite reflectance (Z Ro) and various chemical rank parameters (Stach et al., 1982). - calculated values for all the studied samples. * measured values for coals from Lorraine Basin

Resultados e Interpretación

Los valores de reflectancia obtenidos para las muestras estudiadas (Tabla I) permiten su clasificación dentro de los carbones bituminosos de altos volátiles, concretamente en los primeros estadios de la ventana del aceite donde la generación de gas es prácticamente nula. Asimismo, estos valores (Tabla I) indican que la producción de gas biogénico ya ha finalizado y la del gas termogénico está comenzando (Figura 1). Según el grado de evolución de los carbones estudiados, la cinética de formación de los gases (Figura 2) es más importante para el CO_2 que para el metano (CH_4).

Los resultados del análisis maceral permiten comparar el potencial generador de hidrocarburos de las tres cuencas. Los carbones estudiados presentan una composición maceral similar (Tabla I), siendo predominante el grupo Vitrinita. Dentro de este grupo, el componente mayoritario en los carbones de La Lorraine y Warrior es telocolinita seguido por desmocolinita, mientras que en San Juan se invierten las proporciones en que aparecen ambos macerales. La telocolinita presenta un aspecto homogéneo en los carbones de La Lorraine y Warrior, siendo más porosa en la muestra de San Juan. Los macerales de Liptinita identificados en todas las muestras son esporinita, cutinita, resinita y exudatinita, presen-

tando los carbones de las dos cuencas americanas escasas proporciones en estos constituyentes. La fluorescencia de la esporinita en las muestras de la cuenca de Lorraine es ligeramente más intensa, lo cual indica que las transformaciones térmicas sufridas por este carbón son menos importantes que en el caso de los procedentes de Warrior y San Juan. La presencia de exudatinita confirma que ha existido una generación de hidrocarburos líquidos, los cuales, quedaron retenidos en fracturas o en las estructuras vegetales de otros macerales (fusinita). Los componentes identificados del Grupo Inertinita son semifusinita y fusinita. Teniendo en cuenta que los macerales responsables de la generación de hidrocarburos son los de Liptinita y aquellos de Vitrinita que presentan mayor contenido en hidrógeno (Teichmüller 1989), una aproximación a la cantidad de hidrocarburos que pueden ser generados por la liptinita se presenta en la Figura 3. De acuerdo con ella, los carbones de la cuenca de Lorraine son los que tendrían un mayor potencial generador de hidrocarburos representado por valores más altos del índice de hidrógeno (IH).

La Figura 4 muestra la localización de los carbones de las tres cuencas en las bandas de correlación de los valores de reflectancia de la vitrinita con los parámetros químicos (C, H, M.V., H/C) donde se han representado los valores inferidos a

partir de los datos de reflectancia (Tabla I) y los obtenidos experimentalmente para los carbones de Lorraine (Tabla II). En esta gráfica se puede observar que los valores medidos en las muestras de Lorraine se ajustan a los calculados a partir del valor de reflectancia y que su posición en los diagramas con respecto a la de los carbones de las cuencas americanas es en todos los casos intermedia, confirmando así, los resultados de la reflectancia de la vitrinita.

Las propiedades físicas como la densidad, porosidad o dureza son factores que intervienen en la génesis del gas en el carbón (Jiménez *et al.*, 1996) siendo conocido que su variación está estrechamente relacionada con el rango y composición maceral del mismo (van Krevelen, 1961). En este sentido, los resultados obtenidos del estudio petrográfico de los carbones de las tres cuencas indican que los pertenecientes a las cuencas americanas son más fisurables ya que su liptinita se transforma más fácilmente en hidrocarburos que en el caso de los carbones de la cuenca de Lorraine.

Conclusiones

A partir de los parámetros petrográficos se puede concluir que los tres carbones presentan grandes similitudes en las características petrográficas y químicas, lo que permite señalar que los carbones de la cuenca de Lorraine podrían tener una producción de gas similar a la que tienen actualmente las cuencas americanas. En el estado de evolución actual, los carbones de Lorraine generan mayor cantidad de CO₂ que de CH₄, sin embargo, la aplicación de un aporte térmico adicional podría duplicar su producción de metano. Esto no sería posible para las dos cuencas americanas que presentan un potencial generador de hidrocarburos más bajo.

Agradecimientos

A. Jiménez agradece al Ministerio de Educación y Ciencia la concesión de una Beca de Formación de Personal Investigador en el Extranjero

Referencias

Bordenave M.L., Espitalie J., Leplat P., Oudin J.L. y Vandenbroucke M. (1993). En *Applied Petroleum Geochemistry* (Bordenave M.L., Ed). 217-278.

Cuenca Muestras	San Juan	Lorraine			Warrior
	Durango	La Houve	Simon	Reumaux	Mary Lee
Reflectancia random (%)	0.74	0.64	0.77	0.78	0.97
Análisis maceral (%)					
Vitrinita	76.0	85.9	83.1	66.1	90.2
Liptinita	4.7	7.9	11.0	15.1	2.7
Inertinita	19.3	6.2	5.9	18.8	7.1

Tabla I: Resultados de los análisis de reflectancia y maceral de los carbones estudiados.

Muestras	La Houve	Simon	Reumaux
Análisis inmediato (%)			
Humedad	4.64	1.94	1.45
Materias Volátiles ¹	38.75	38.56	40.35
Cenizas ²	3.91	1.61	9.65
Análisis elemental (%) ¹			
Carbono	82.73	86.60	86.79
Hidrogeno	5.08	5.48	5.42
Oxígeno	9.93	5.72	5.86
Nitrogeno	1.11	1.21	1.08
Azufre	1.15	0.99	0.85
H/C	0.74	0.76	0.75
O/C	0.09	0.05	0.05

¹ valores obtenidos sobre materia seca y libre de cenizas.

² valores obtenidos sobre materia seca.

Tabla II: Resultados de los análisis inmediato y elemental de los carbones de la cuenca Lorraine. ¹ valores obtenidos sobre materia seca y libre de cenizas. ² valores obtenidos sobre materia seca.

Higgs M.D. (1986). *Geological Society Special Publication*, 23, 113-120.
 Jiménez A., Martínez L. y Suarez Ruiz I. (1996). *Rapport Interne Gaz de France*. 60 p.
 Krevelen van D.W. (1961) *Coal*. Elsevier, 514 p.
 Mukhopadhyay K. y Hatcher, P.G. (1993)

AAPG Studies in Geology. 38, 79-113.
 Stach E., Mackowsky M. Th. Teichmüller M., Taylor G.H., Chandra D. y Teichmüller R. (1982) *Textbook of Coal Petrology*, 3rd ed.; Gebrüder Borntraeger: Berlin, 535 p.
 Teichmüller M. (1989) *Int. J. Coal Geol.*, vol. 12, 1-89.