

**DETERMINACION GEOQUIMICA DE PALEOAMBIENTES
DEPOSITACIONALES ASOCIADOS A LOS CARBONES DE TAGUAY,
ESTADO ARAGUA, VENEZUELA.**

**GEOCHEMISTRY DETERMINATION OF DEPOSITIONAL PALEO-ENVIRONMENTS
RELATED TO THE TAGUAY COALS, ARAGUA STATE, VENEZUELA.**

Ana T. Iztúriz M.

*UPEL-Instituto Pedagógico de Caracas. Departamento de Ciencias de la Tierra, Caracas.
Fax: (0212) 461-9743. E-mail: atizturiz44@hotmail.com*

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como finalidad realizar un estudio geo-químico de los carbones localizados en las cercanías del Poblado de Taguay (Edo. Aragua), específicamente en las denominadas Minas de El Corcovado. Ello permitió establecer el marco paleoambiental sedimentario en el cual se depositaron los carbones conjuntamente con sus rocas asociadas. Las muestras colectadas fueron sometidas a un proceso de extracción del bitumen, a través de la técnica Soxhlet o reflujo, para luego efectuar cromatografía de gases y espectrometría de masa. Los resultados obtenidos mostraron una distribución unimodal de los *n*-alcanos con predominio de C₂₅, C₂₇ y C₂₉; así como una notoria alternancia impar/par en las cadenas de parafinas. La relación pristano/fitano (p/f) y el índice preferencial de carbono (I.P.C.) presentaron valores de 2,2 y 3,0 respectivamente. Además, otros biomarcadores (hopanos, esteranos, la presencia de triterpenoides funcionalizados y la ausencia del epímero *s*), permiten inferir que los carbones en cuestión se generaron en un ambiente de carácter continental (medio paludal) y que su grado evolutivo (Rango) es relativamente bajo. De hecho, pueden ser clasificados entre lignitos a Sub-bituminosos C, según la A.S.T.M.

Palabras Clave: carbones, paleoambientes sedimentarios, biomarcadores

ABSTRACT

The aim of this work was a geochemical study of coals located in Corcovado's Mine coals, Aragua State. This information help to establish the sedimentary paleoenvironmental framework of coals and its associated rocks. The collected samples were analyzed by extraction processes, (Soxhlet technical) to make gas-cromatography and mass-spectrometry (Gc-MS analysis). The results indicated an unimodal distribution of *n*-alkanes, predominantig C₂₅, C₂₇ and C₂₉; also an relevant alternance non/even in the parafinic chains. The pristane/phytane ratio (Pr/Ph) and carbon preferential index (CPI) showed 2.2 and 3.0 values respectively. In the other hand. Several biomarkers (hopanes, steranes, funtionalised triterpenoids and the *s*-epimer absent), demonstrated that this coals were generated in a continental environment (forest swamp) and its evolutive grade (Range) is relatively low. Thus, they can be classiflicated beetwen lignites and Sub-bituminous Type C coals, (A.S.T.M.).

Key Words: coals, sedimentary paleoenvironments, biomarkers

INTRODUCCIÓN

El carbón, aunque un material complejo, es una roca sedimentaria organógena o biogénica acumulada como turbera conjuntamente con minerales, gases y agua. Está formado por distintos tipos de constituyentes orgánicos a niveles macro y microscópico (macerales), los cuales provienen de tejidos vegetales y exudados que se incorporan

al ambiente sedimentario donde son depositados (Selley 1982, Tissot y Welte 1984).

El medio principal de origen de los carbones es el palustre o paludal; es decir, pantanos a cuerpos de agua dulce, salobre o salada de poca profundidad, acompañados de clásticos finos y con una vegetación relativamente densa e importante en el proceso depositacional (Alfonsi 1983). El estudio de estas zonas ofrece gran interés práctico

en medios recientes y antiguos para una mayor y mejor comprensión de su génesis, madurez, calidad y posible utilidad,

El origen del carbón ocurre en dos (2) estadios diferentes:

a) Uno bio-químico: el cual se asocia a la naturaleza de las plantas y termina básicamente cuando la turba es soterrada a diez (10) metros o más, y

b) Uno geo-químico: relacionado con el rango o grado de madurez del carbón y determina su potencialidad calorífica (Elliott 1981, Grainger y Gibson 1981).

Así, para que una veta de carbón exista, los materiales vegetales a partir de los cuales ésta se forma, deben estar preservados de la destrucción microbiana y oxidativa.

Como es sabido, Venezuela dispone de grandes reservas carboníferas y uno de los propósitos del presente trabajo fue el de contribuir al conocimiento de los carbones ubicados al sur del Poblado de Taguay, Estado Aragua; recurso mineral no renovable de indispensable valor en los actuales momentos que atraviesa el país.

Por otra parte, es importante mencionar que en Venezuela existen relativamente pocos trabajos relacionados con la determinación de las características petrográficas, palinológicas y geoquímicas de los carbones por diversas razones; entre ellas, la tradición y preponderancia que tienen el petróleo y la industria petroquímica en el país. Como ejemplos pueden citarse los trabajos de López y Salsamendi (1977), Urdaneta (1990) y Escobar *et al.* (1997) que refieren una reseña histórica de la industria del carbón en Venezuela y las distintas instituciones que, científica y tecnológicamente, se han involucrado en las investigaciones relacionadas con este recurso mineral y energético. En torno a los aspectos geológicos se encuentran referencias sobre el área específica de estudio debido a la importancia del carbón y de sus yacimientos explotables. Pérez de Mena y Von Der Osten (1953) realizaron un informe acerca de la región carbonífera de los estados Aragua y Guárico, proporcionando algunos datos de las propiedades de los carbones de la región y sus potenciales usos. Cova *et al.* (1975) y Ferrer y González (1976), efectuaron estudios de los carbones de Taguay con especial interés en las características físico-químicas con miras a su explotación y comercialización. Posteriormente, Añez *et al.* (1983) llevaron a cabo una evaluación geo-económica de

la cuenca carbonífera oriental venezolana, en la que se arrojan datos correspondientes a la petrografía y análisis rutinarios o inmediatos de los carbones de la zona Taguay; así como de las posibles reservas inferidas de carbón en ese lugar. Rodríguez (1986), recolectó información acerca de los recursos minerales de Venezuela, entre los que se halla el carbón y en 1988 efectuó un trabajo relativo a las características estratigráficas y estructurales de los mantos carboníferos de Aragua central. Iztúriz *et al.* (1993) llevaron a cabo un trabajo acerca de la caracterización petrográfica y geoquímica de algunos carbones de la cuenca oriental venezolana. Escobar y Martínez (1993) realizaron una investigación en la que reportan la petrografía y geoquímica de los principales yacimientos de carbón del país. Tales datos también se hallan en el trabajo de Escobar *et al.* (1997), en el que se hace una recopilación de los valores porcentuales de humedad, materia volátil, carbono fijo, azufre total, cenizas y valor calorífico; así como de las cantidades relativas de los principales grupos macerales predominantes, la clasificación según la A.S.T.M. y el análisis de tallado de cenizas y azufre. Finalmente cabe mencionar que este potencial recurso energético y mineral justifica plenamente las investigaciones no sólo en el área particular del presente estudio, sino en todas las zonas del país donde éste se encuentra.

MATERIALES Y METODOS

Se seleccionó un lugar de recolección en la carretera Taguay-Las Lajitas, ya que el sector de las minas está clausurado. Se tomaron muestras de carbón y de las rocas asociadas. Este aspecto del trabajo se conformó de las siguientes fases:

- a) Fase de campo:
 - Levantamiento cartográfico y geológico tradicional.
 - Recolección de muestras.
 - Identificación de la(s) unidad(es) litológica(s) que afloran en el área de interés.
- b) Fase de laboratorio:
 - Análisis rutinario para obtener los porcentajes de azufre, humedad, cenizas, volátiles y carbono fijo (realizados por triplicado para obtener promedios).
 - Extracción de compuestos orgánicos por medio de la técnica Soxhlet, con *n*-hexano como solvente, para lograr los extractos analizados posteriormente por cromatografía de gases y espectrometría de masa.

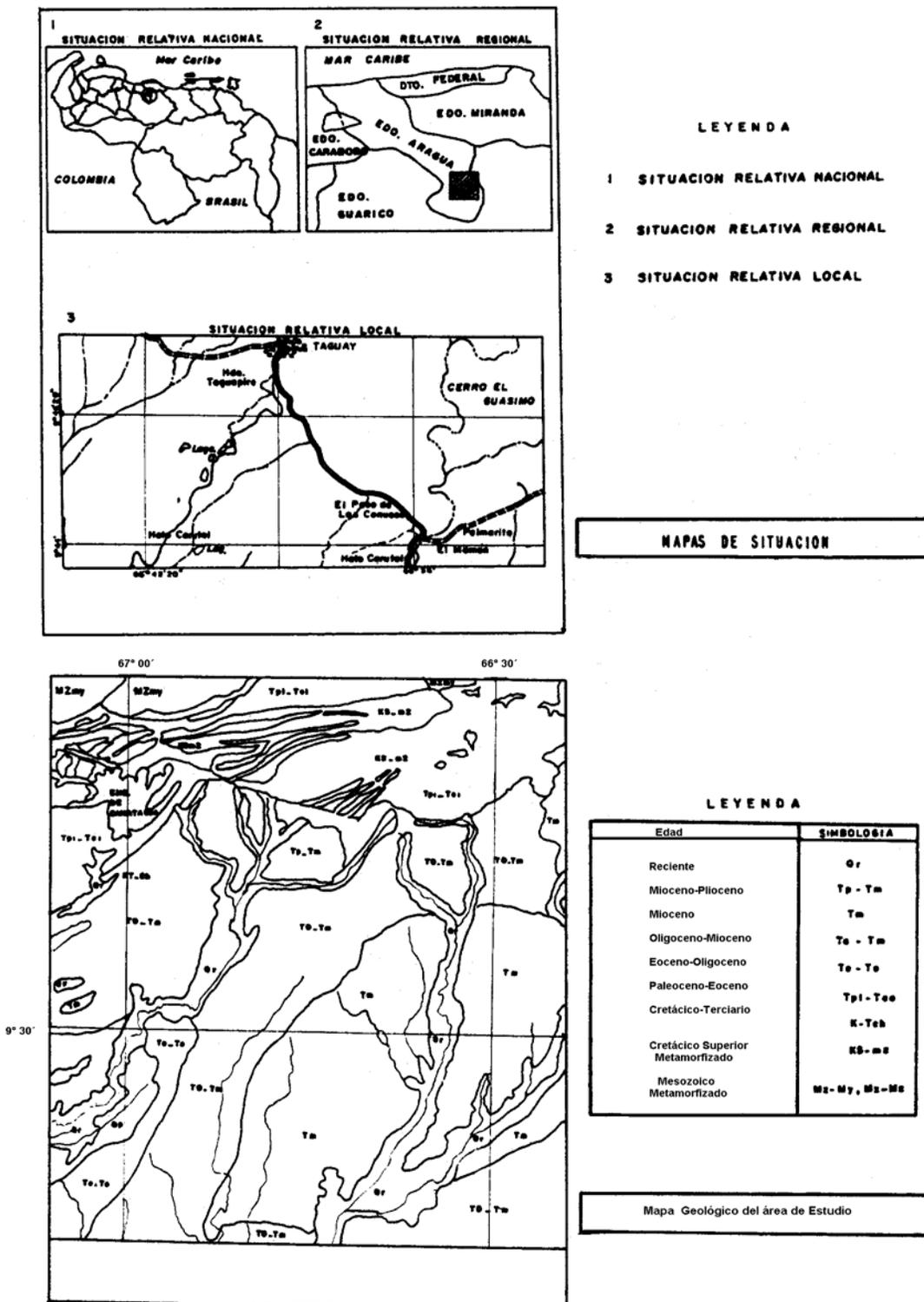


Figura 1. Localización del área de Estudio.

PALEO-AMBIENTES DE LOS CARBONES DE TAGUAY

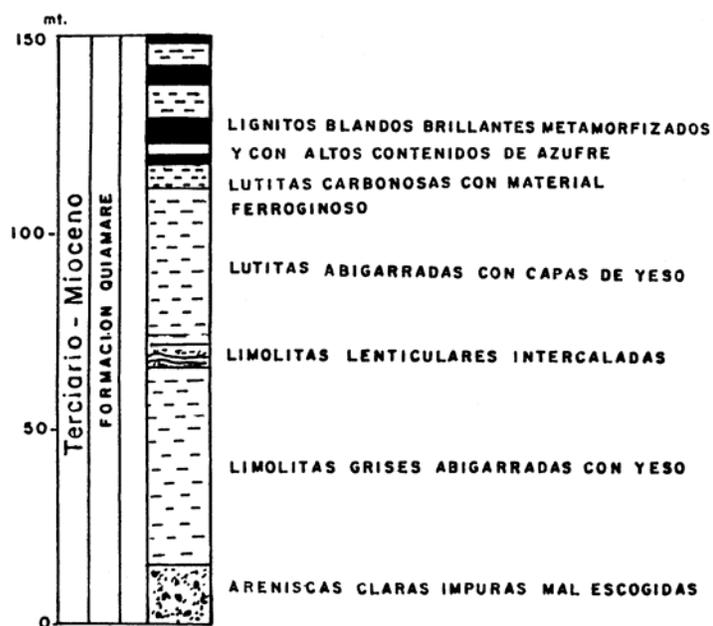


Figura 2. Columna Estratigráfica de la Formación Quiamare .

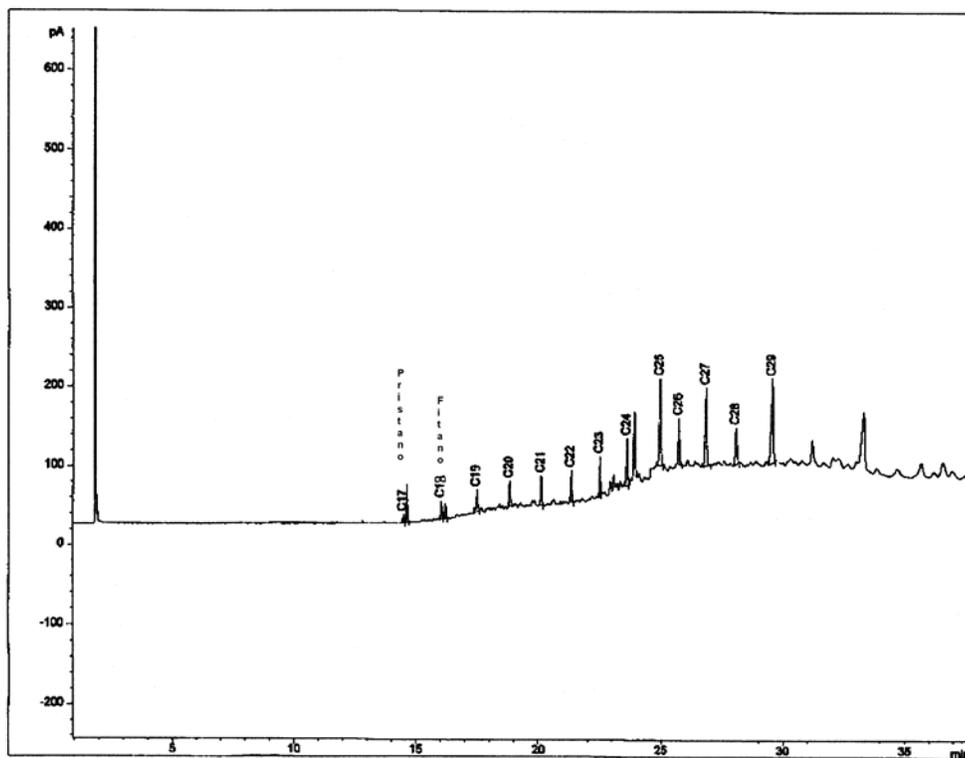


Figura 3. Cromatograma de la fracción de saturados.

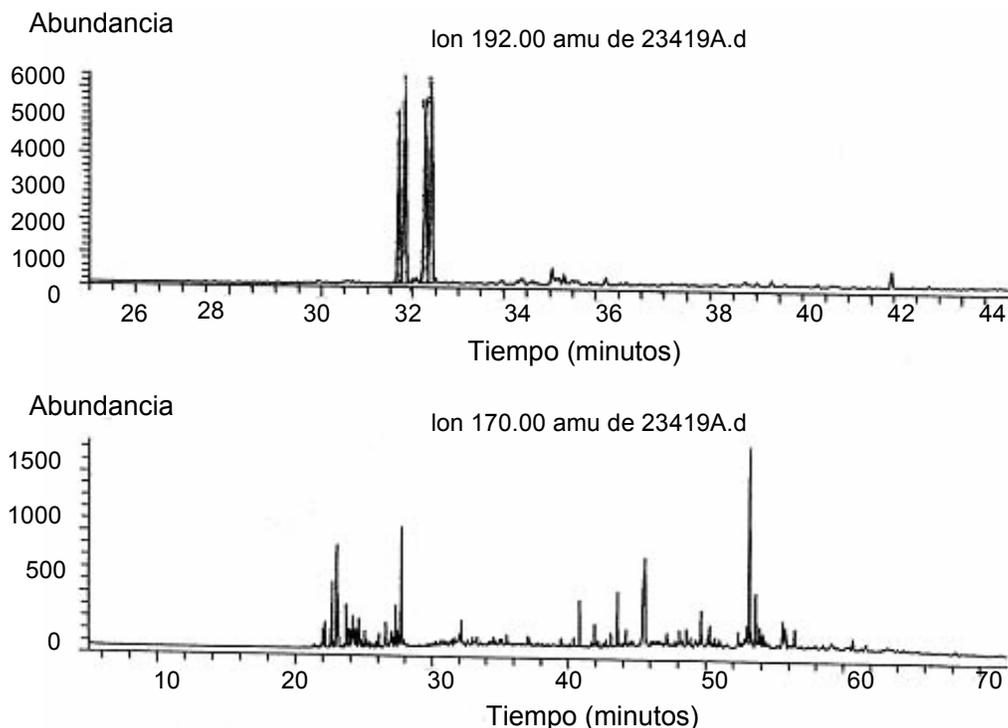


Figura 4. Fragmentograma de la fracción de aromáticos: Iones 192 y 170

Descripción del área

La zona de estudio está ubicada en la región septentrional de la provincia geomorfológica de los llanos, por lo que presenta un relieve relativamente plano, con altitudes variables entre 100 y 250 msnm y una fisiografía de colinas con pendientes suaves a moderadas. Su drenaje puede catalogarse como subdendrítico. Está bajo la acción de un clima tropical de sabana (Aw según Köeppen), lo cual se refleja en la vegetación y el suelo. Es importante destacar la fuerte alteración que presentan las rocas que afloran por efectos del intemperismo, produciendo «bad-lands». Desde el punto de vista geológico, el área se caracteriza por la predominancia de rocas sedimentarias de naturaleza clástica y granulometría variada, con niveles carbonosos, que se localizan estructuralmente en la faja tectónica denominada debuzamientos suaves. En particular, la Formación Quiamare (Terciario Superior)

constituye la unidad litoestratigráfica a la que pertenecen los carbones analizados, tipificando los ambientes más continentales (molasa) de una secuencia espesa que comienza en el Cretácico Tardío. De hecho, representan un conjunto sedimentario de origen no marino. Los niveles carboníferos de esta Formación se reconocieron en el subsuelo y pudieron ser reportados a poca profundidad (Rodríguez 1986, 1988). Las capas de carbón y sus estratos asociados muestran una posición casi horizontal reflejando así las características tectónicas típicas de la faja de buzamientos suaves (Añez *et al.* 1983). La ocurrencia de estos niveles explica su origen paludal, los cuales parecen constituir una serie de grandes mantos lenticulares ubicados estratigráficamente en forma repetitiva y depositados en un medio fundamentalmente palustre o pantanoso (Cova *et al.* 1975) (Figuras 1 y 2).

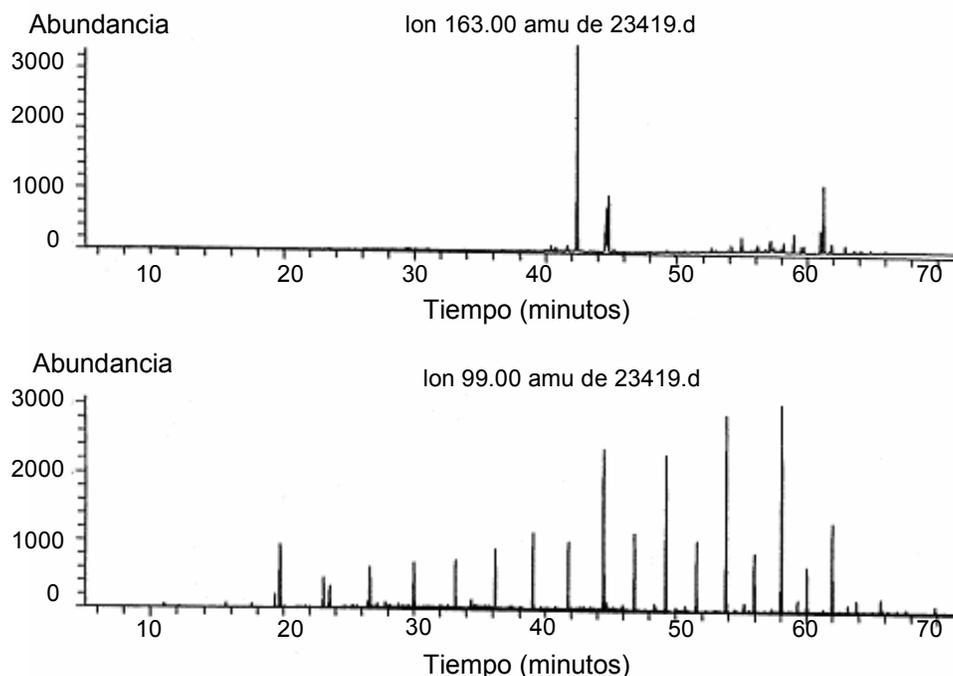


Figura 5. Fragmentograma de la fracción de saturados: Iones 163 y 99

RESULTADOS

En este aspecto es posible agrupar los datos obtenidos de la manera siguiente:

1)- Análisis inmediatos o rutinarios

- Humedad: 11,3 % ($\pm 0,1\%$)
- Cenizas: 6,1 % ($\pm 0,2\%$)
- Volátiles: 40,6 % ($\pm 0,9\%$)
- Carbono Fijo: 42,0 % ($\pm 1,0\%$)
- Azufre: 1,6 %

Los valores observados, aunque no coinciden con aquellos reportados por otros autores, pueden considerarse dentro de lo esperado.

2)- Geoquímica:

- Porcentaje de extracción: 1,1
- Relación Pristano/Fitano: 2,2
- I.P.C. ($\frac{2C_{29}}{C_{28}+C_{30}}$): 3,0 (Phillipi en Tissott y Welte 1984).

· Distribución de *n*-alcanos: Predominio de C_{25} , C_{27} , C_{29} y C_{31} .

· Fragmentogramas para saturados y aromáticos: Iones 99, 134, 163, 170, 177, 178, 184, 191, 192, 198, 205, 206, 212, 217, 218, 226, 231, 232, 253, 259 y 412

Cromatografía: Se muestra un típico cromatograma de compuestos saturados. Se refleja el bajo nivel de madurez de los carbones, se nota la preponderancia de las cadenas con números impares de carbono. El valor de la relación p/f se corresponde con una materia orgánica de origen terrestre e indica el carácter sub-aéreo del medio depositacional (Figura 3).

Espectrometría: En los fragmentogramas es posible observar que la distribución de algunos compuestos (hopanos) es consistente con el origen continental inferido para la fuente de materia orgánica. La presencia de triterpenoides funcionalizados y la ausencia del epímero *s*, demuestran un origen proveniente de plantas superiores. Además, se ratifica el bajo grado de evolución térmica (Figuras 4, 5 y 6).

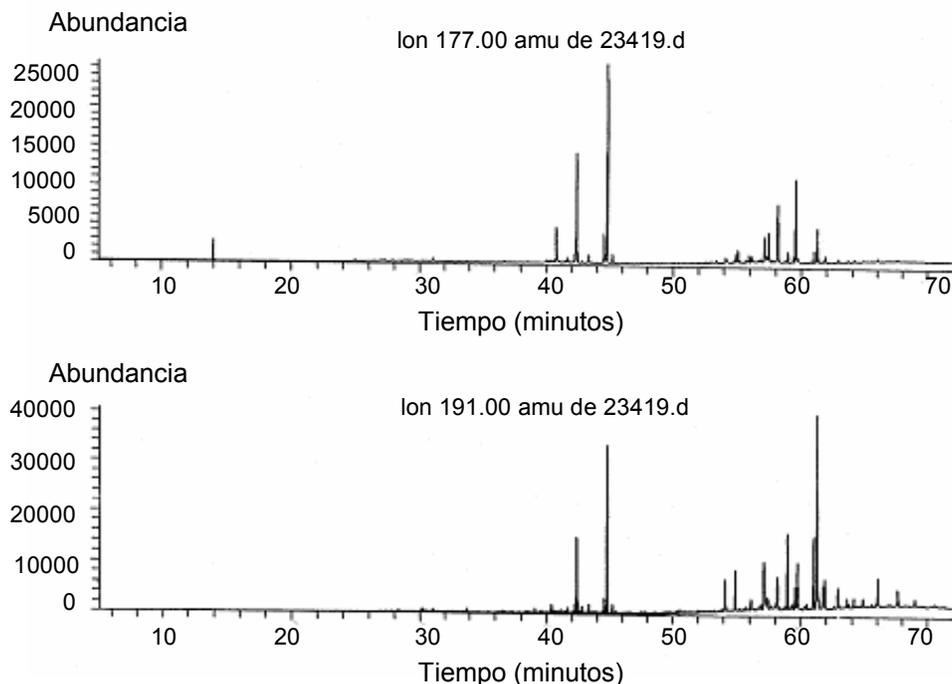


Figura 6. Fragmentograma de la fracción de saturados: Iones 177 y 191

DISCUSION

Sobre la base de las consideraciones previas, es posible decir que los carbones estudiados tuvieron como medio depositacional un complejo fluvio-deltaico prácticamente sin influencia marina. Cabe destacar que son carbones húmicos de bajo rango con un contenido considerable en vitrinita pertenecientes a la Formación Quiamare (Terciario Tardío) que se atribuyen a cambios producidos en el medio sedimentario por procesos progradacionales asociados a una elevada tasa de relleno. En el lugar se conjugaron las condiciones geomorfológicas, climáticas y sedimentológicas propicias para la depositación, preservación y maduración de materia orgánica generadora de carbones. Esto hace pensar en la siguiente combinación de caracteres:

- Facies sedimentaria: Palustre o paludal.
- Facies orgánica: Kerógeno tipo III.

- Clase principal de materia orgánica: Húmica.
- Ambiente químico predominante: Reductor sub-aéreo.
- Condiciones ambientales: Parcialmente oxidantes.
- Transformaciones diagenéticas relevantes: Piritización.
- Tipo de carbón evolucionado: Húmico
- Clasificación según A.S.T.M.: Lignitos a Sub-bituminosos C.
- Edad: Post-Oligoceno (por el contenido palinológico).

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Manuel Martínez del Instituto de Ciencias de la Tierra de la Universidad Central de Venezuela y al Investigador Oswaldo Moreno del Intevep, por su valiosa colaboración.

LITERATURA CITADA

- ALFONSI, P. P. 1983. Ambientes sedimentarios. Meneven. Caracas.
- AÑEZ, G., S. RODRÍGUEZ y P. GARCIA. 1983. Evaluación geoeconómica de los depósitos de carbón en Venezuela. M.E.M. División de Geología. Caracas.
- BEATON, A.R., F. GOODARZI y J. POTTER. 1991. The petrography, mineralogy and geochemistry of a Paleocene lignite from southern Saskatchewan, Canada. *International Journal of Coal Geology* 17: 117-148.
- COVA, G., L. CANELON, S. RODRÍGUEZ y E. GARCIA. 1975. Características estratigráficas y estimación de reservas: Mantos carboníferos de la región de Caicara, Aragua Meridional. M.E.M. Dirección de Geología. División de Recursos Minerales, Caracas.
- DEMCHUK, T., A. R. CAMERON y L. V. HILLS. 1993. Organic petrology of an Early Paleocene coal zone, Wabamun, Alberta: Palynology, petrography and geochemistry. *Organic Geochemistry* 20(2): 135-148.
- DIDYK, M., B. R. SIMONEIT, S. C. BRASSEL y G. EGLINTON. 1978. Organic geochemical indicators of paleo-environmental conditions of sedimentation. *Nature* 272: 216-222.
- ELLIOTT, M.A (ed.). 1981. The chemistry of coal utilization. John Wiley & Sons, New York.
- ESCOBAR, M.E. y M. MARTÍNEZ. 1993. Características geoquímicas y petrográficas de los principales yacimientos carboníferos venezolanos. *Interciencia* 18(2): 62-70
- ESCOBAR, M.E, M. MARTÍNEZ y C. E. ALCIATUR. 1997. Investigaciones sobre el carbón mineral en Venezuela: Calidad, uso y proyección futura.
- FERRER, J.A. y J. GONZÁLEZ. 1976. Investigaciones de los carbones de Taguay. M.E.M. División de Recursos Minerales. Informe Técnico. Caracas.
- GALLOWAY, W. y D. HOBDAV. 1983. Terrigenous clastic depositional systems. Springer-Verlag, New York.
- GRAINGER, L. y J. GIBSON. 1981. Coal utilization. Graham y Trotman, London.
- HAMILTON, D.S. y N. Z. TADROS. 1994. Utility of coal seams as genetic stratigraphic sequence boundaries in non marine basin: An example from The Gunnedah Basin, Australia. *A.A.P.G. Bulletin* 38(2): 267-286.
- HUC, A.Y., B. DURAND, J. ROUCACHET, M. VANDERBROUCKE y J. L. PITTION. 1986. Comparison of three series organic matter of continental origin. *Advances in Organic Chemistry* 10: 65-72.
- IZTÚRIZ, A.T., E. NAVARRO, V. WINKLER y D. PACHECO. 1993. Caracterización petrográfica y geoquímica de algunos carbones de la cuenca oriental venezolana. *Acta Científica Venezolana* 44: 383-393.
- LOPEZ, V. M. y M. K. SALSAMENDI. 1977. El carbón mineral. M-E.M. Consejo Nacional de la Industria del Carbón. Caracas.
- PEREZ DE MENA, R. y E. VON DER OSTEN. 1953. Informe geológico sobre la región carbonífera de los Estados Aragua y Guárico. M.M.H. *Boletín de Geología* 7: 63-70.
- RODRÍGUEZ, S. 1986. Recursos minerales de Venezuela. M.E.M. *Boletín de Geología* 15 (27):67-81.
- RODRÍGUEZ, S. 1988. Características estratigráficas y estructurales de los mantos de carbón de la región de Caicara-Taguay. Aragua Central. II Jornadas Geológicas del Carbón, Pp. 160-171. Maracaibo, Venezuela.
- SELLEY, R. 1982. An introduction to sedimentology. Academic Press, London.
- TISSOT, B.P. y D. H. WELTE. 1984. Petroleum formation and occurrence. Springer-Verlag.
- URDANETA V. L. 1990. El carbón: Futuro promisor. *Boletín de la Sociedad Venezolana de Geólogos* 38:7-16.

Recibido 03 de novimebre de 1999; revisado 17 de julio de 2000; aceptado 22 de enero de 2002.