

## PETROGRAFIA ORGANICA DE LA SECUENCIA CRETACICA EN DOS POZOS DEL SUROESTE DE LA CUENCA DE BARINAS - APURE

NIDYA JORDÁN

*Departamento de Ciencias de la Tierra*  
INTEVEP, S.A.

**RESUMEN:** En este trabajo se describe la distribución del material orgánico en las secuencias cretácicas de dos pozos de la subcuenca de Uribante, flanco suroeste de la cuenca de Barinas-Apure. Se estudian los macerales componentes del kerógeno y palinomorfs para caracterizar la materia orgánica de las formaciones cretácicas que atraviesan estos pozos. Se discuten aspectos relativos a la generación de hidrocarburos y las posibles fuentes del material orgánico y se obtiene el gradiente de maduración para esta parte de la cuenca. El tipo de material orgánico predominante y la microflora y fauna indicadores de determinados ambientes, permiten identificar tres intervalos. El intervalo inferior presenta material orgánico de origen terrestre con fuerte influencia marina; el intervalo medio tiene predominio de material orgánico de origen marino; el intervalo superior está caracterizado por material orgánico terrestre con influencia lacustre.

**ABSTRACT:** This paper describes the distribution of organic matter in the Cretaceous section of two wells of the Uribante sub-basin in the Southwestern flank of the Barinas-Apure Basin. Kerogen macerals and palinomorfs characteristic of the Cretaceous formations in these wells were studied. Aspects related to the generation of hydrocarbons and possible sources of the organic matter are discussed; the maturation gradient for this area of the Basin was also obtained. The type of organic matter, together with the microflora and fauna indicative of depositional environments, permitted the identification of three intervals. The lower interval contains terrestrial organic matter with strong marine influence; the middle interval shows organic matter of marine origin; and the upper interval contains terrestrial organic matter with lacustrine influence.

### INTRODUCCION

El flanco suroeste de la cuenca de Barinas-Apure ofrece abundantes indicios superficiales de la presencia de hidrocarburos en los estratos del Cretáceo. Entre los más importantes están los menes e impregnaciones asfálticas en la discordancia Cretáceo/Terciario Superior que afloran en el río Quíru de Barinas y en el sitio Mina de Cope del Estado Táchira, a unos 20 km al suroeste de San Cristóbal. La primera explotación comercial de hidrocarburos de Venezuela se efectuó en esta provincia en la concesión de la Compañía Minera Petrolia del Táchira [1]. Por estas razones resulta interesante conocer la composición y madurez del material orgánico que pudo haber originado los hidrocarburos en esta cuenca.

El objetivo principal de este trabajo es el estudio del material orgánico diseminado en la secuencia de rocas sedimentarias del Cretáceo del flanco suroeste de la cuenca de Barinas-Apure, con el fin de caracterizar los ambientes de sedimentación orgánica de este período. Con este

propósito se escogieron dos pozos, identificados como P-1 y P-2 y ubicados en la subcuenca de Uribante (Fig. 1). Muestras representativas de estos pozos fueron analizadas con técnicas de petrografía orgánica y kerógeno visual para conocer la composición, tipo y morfología del material orgánico y para determinar la microflora y fauna características de determinados ambientes.

### SECUENCIA ESTRATIGRAFICA

La sección estratigráfica estudiada en los pozos comprende rocas de edad cretácea, en las cuales se reconocen (en orden cronológico desde la más antigua) las formaciones Aguardiente, Escandalosa, La Morita, Quevedo y Burgüita. Según Renz [2], Feo Codecido [3] y Kiser [4], la formación Aguardiente pertenece al Cretáceo Inferior y las formaciones Escandalosa, La Morita, Quevedo y Burgüita al Cretáceo Superior [5].

El material orgánico de la formación Aguardiente se obtuvo de lutitas limosas de colores grises que se encuentran interestratificadas con areniscas pardo-verdosas de

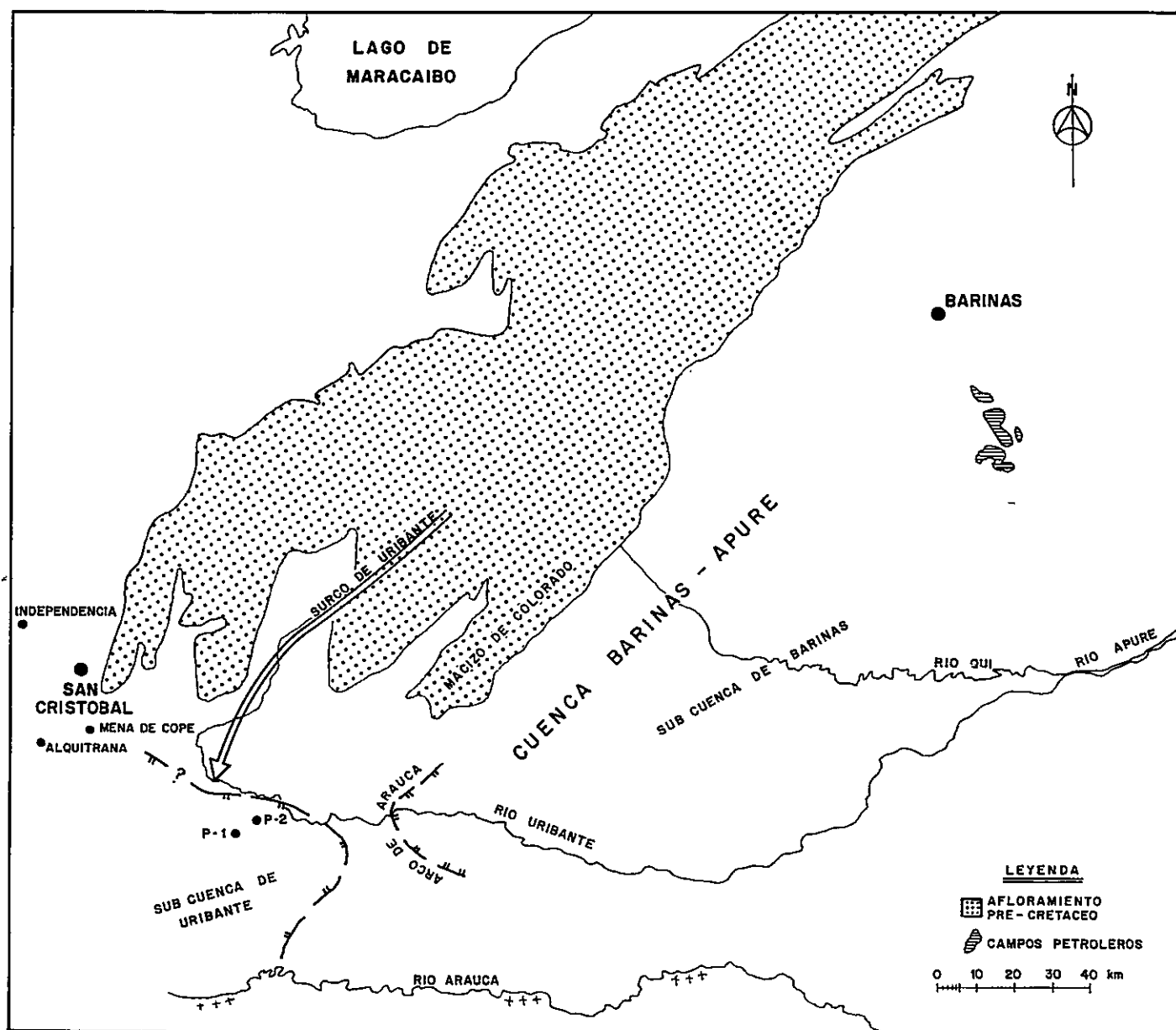


Fig. 1. Mapa de localización.

grano fino a medio, localmente glauconíticas. Las muestras de la formación Escandalosa son lutitas carbonosas de color gris oscuro intercaladas con areniscas de grano fino a medio. En el tope de la formación se encuentra un intervalo de calizas fosilíferas de color gris. Las muestras de la formación La Morita son lutitas gris-oscurs, localmente calcáreas con nódulos fosfáticos y restos de peces; corresponden estratigráficamente a la parte inferior de la formación La Luna, tal como se reconoce a unos 60 km al oeste en la región de Capacho-Independencia. Las muestras de la formación Quevedo son lutitas silíceas de color

blanco, intercaladas con algunas pocas lutitas negras, calizas fosfáticas y ftanitas, que representan el equivalente lateral de la parte superior de la formación La Luna del Estado Táchira. De la formación Burgüita se analizaron algunas limolitas grises que se encuentran intercaladas entre espesas capas de areniscas micáceas de color gris claro.

## METODOLOGIA

Se estudiaron 66 muestras de ripio (41 del pozo P-1 y

25 del pozo P-2) por métodos palinológicos, para la extracción del concentrado de materia orgánica no soluble en disolventes orgánicos (kerógeno). El método consiste en el tratamiento de la muestra pulverizada ( $\pm 20$  g) con ácidos clorhídrico y fluorhídrico y decantación subsiguiente. Mediante el montaje en secciones finas pulidas para el análisis microscópico con luz reflejada, se hizo el reconocimiento de macerales, color e intensidad de fluorescencia. El montaje en láminas con cubreobjeto para el análisis con luz transmitida para el reconocimiento del tipo de material orgánico (amorfo, herbáceo, leñoso y carbonoso) y para el estudio de los palinomorfos.

Todas las muestras fueron examinadas con un fotomicroscopio Zeiss III. Para la petrografía orgánica se suele utilizar el objetivo EPI-40/0, 85 POL de inmersión de aceite, con oculares Klp 12,5  $\times$  y optovar de 1,25. La iluminación proviene de una fuente altamente estabilizada

de luz blanca, policromática, modulada, de tipo halógeno, la cual pasa por un epicondensador tipo II-E para luz reflejada. Para luz transmitida se utilizaron las mismas especificaciones ópticas que para luz reflejada.

En la reflectometría se mide la intensidad relativa de un rayo de luz de 3 micrones de diámetro reflejado de una partícula de vitrinita y filtrado por el estándar internacional de 546 nm del International Commission of Coal Petrology [6].

Para el análisis de la fluorescencia de las preparaciones se empleó una fuente luminosa de mercurio de alta presión (HB0-100) con filtros de excitación azul de 455-490 nm de transmisión de 520 nm montados en el bloque FL-2 del epicondensador conjuntamente con el filtro de protección calórica. Se usó aceite de inmersión no-fluorescente con índice de refracción de 1,518 a 23°C (DIN58884).

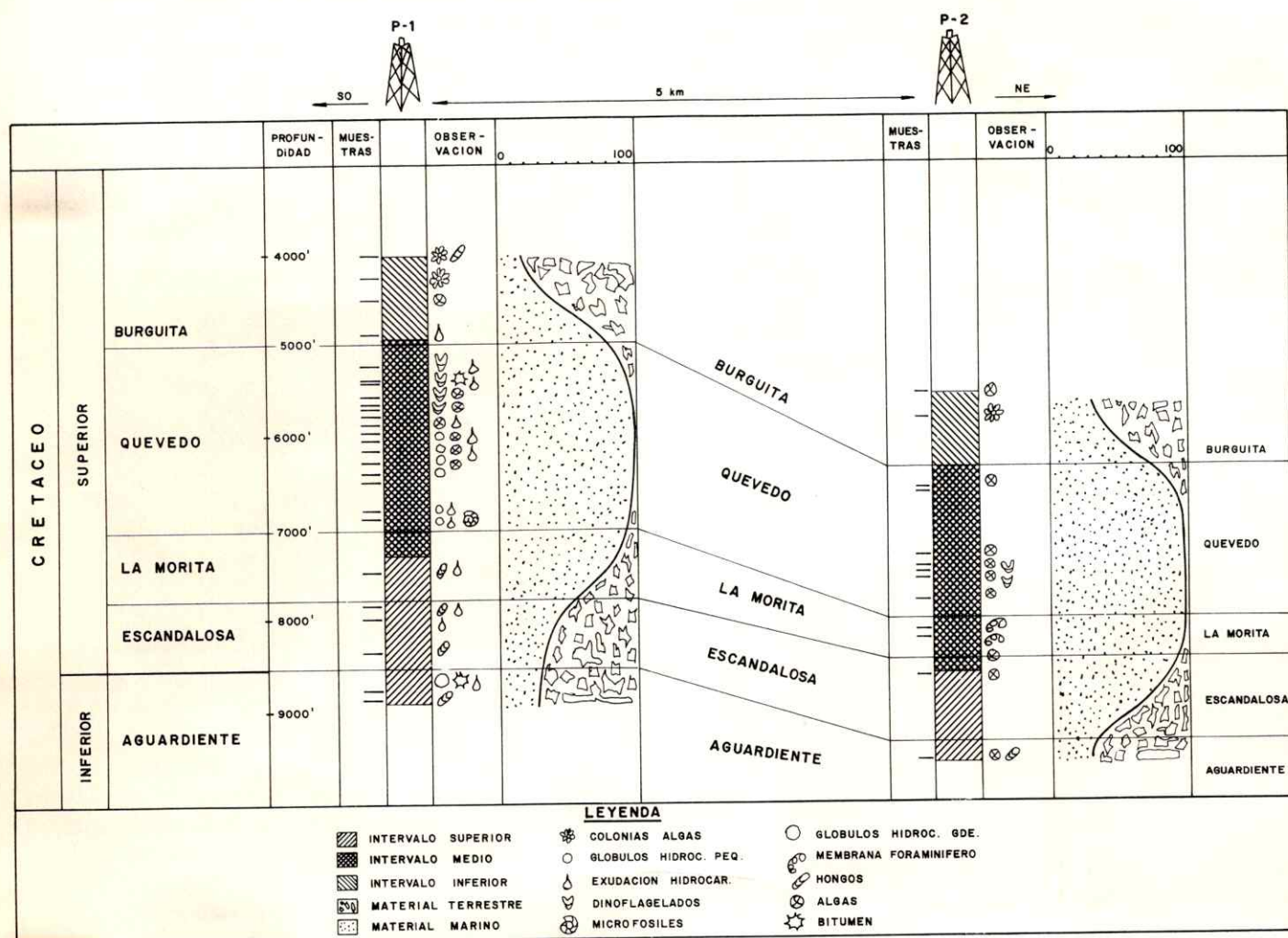


Fig. 2. Análisis de petrografía orgánica.

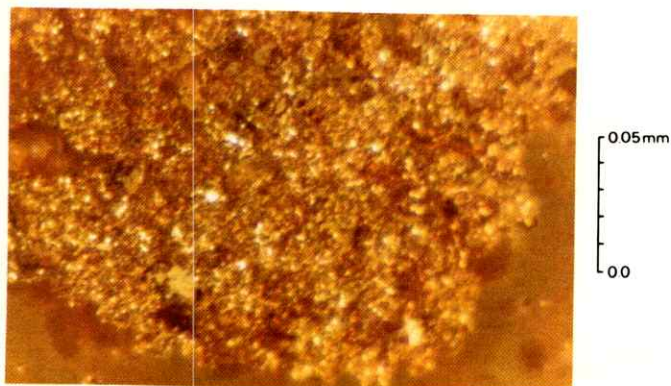
## PETROGRAFIA ORGANICA

De acuerdo con el mayor contenido de lutitas y calizas carbonosas, se seleccionó la sección del Cretáceo comprendida entre 8930 y 3850 pies en el Pozo P-1 y entre 9550 y 5180 pies en el Pozo P-2. Ambos pozos atraviesan las formaciones Aguardiente, Escandalosa, La Morita, Quevedo y Burgüita.

Los resultados más resaltantes de los análisis de petrografía orgánica de los pozos P-1 y P-2 se presentan en la Fig. 2, i.e., los porcentajes de los principales macerales (como vitrinita, material amorfo y exinita); la fluorescencia (color, intensidad y microestructuras observadas); la reflectancia de vitrinita (con los histogramas característicos) y el valor modal de la  $R_o$  en escala logarítmica.

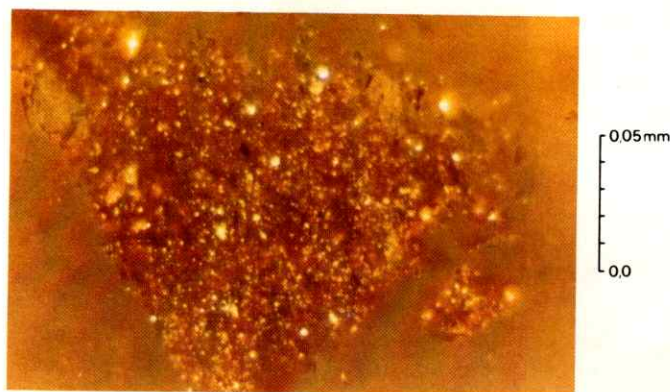
En base a este gráfico, y de acuerdo con los cambios de facies orgánicas que presentan, se reconocieron tres intervalos: inferior, medio y superior. En el orden estratigráfico (de más antiguo a más joven) el intervalo inferior comprende las formaciones Aguardiente y Escandalosa en el miembro Guayacán como límite en el pozo P-2, pero con parte de la formación La Morita en el pozo P-1; el intervalo medio corresponde a las formaciones La Morita y Quevedo; y el intervalo superior está constituido por la formación Burgüita, en ambas secuencias, como se aprecia en la Fig. 3.

El intervalo inferior presenta predominio de material carbonoso de aspecto micrítico formado por pequeñas partículas de vitrinita, mezcladas con material bituminoso de aspecto amorfo (Fotografía 1). Este material está constituido principalmente por fragmentos leñosos y herbáceos, aglutinados con material de aspecto amorfo. Contiene también una gran variedad de estructuras de hongos y de sus esporas. Estas características indican un predominio de material orgánico de origen terrestre con aporte de material marino en este intervalo.



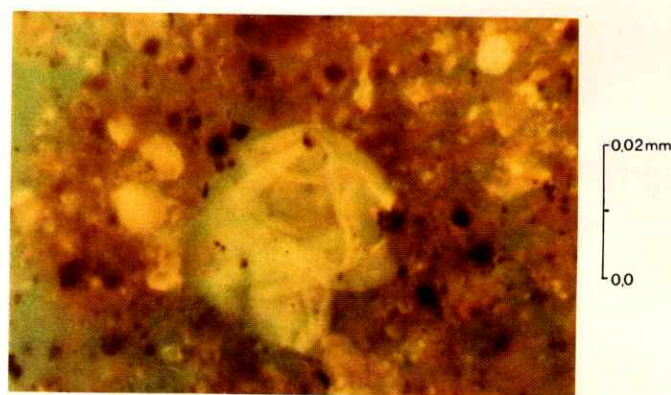
Fotografía 1. Material orgánico de aspecto micrítico mezclado con material bituminoso de aspecto amorfo, característico del intervalo inferior. Luz blanca incidente, en aceite de inmersión.

El intervalo medio es el de mayor espesor (aproximadamente 700 m). Su principal característica es el predominio de material sapropélico (Fotografía 2), con alto contenido de algas bien preservadas que llegan a ser pre-



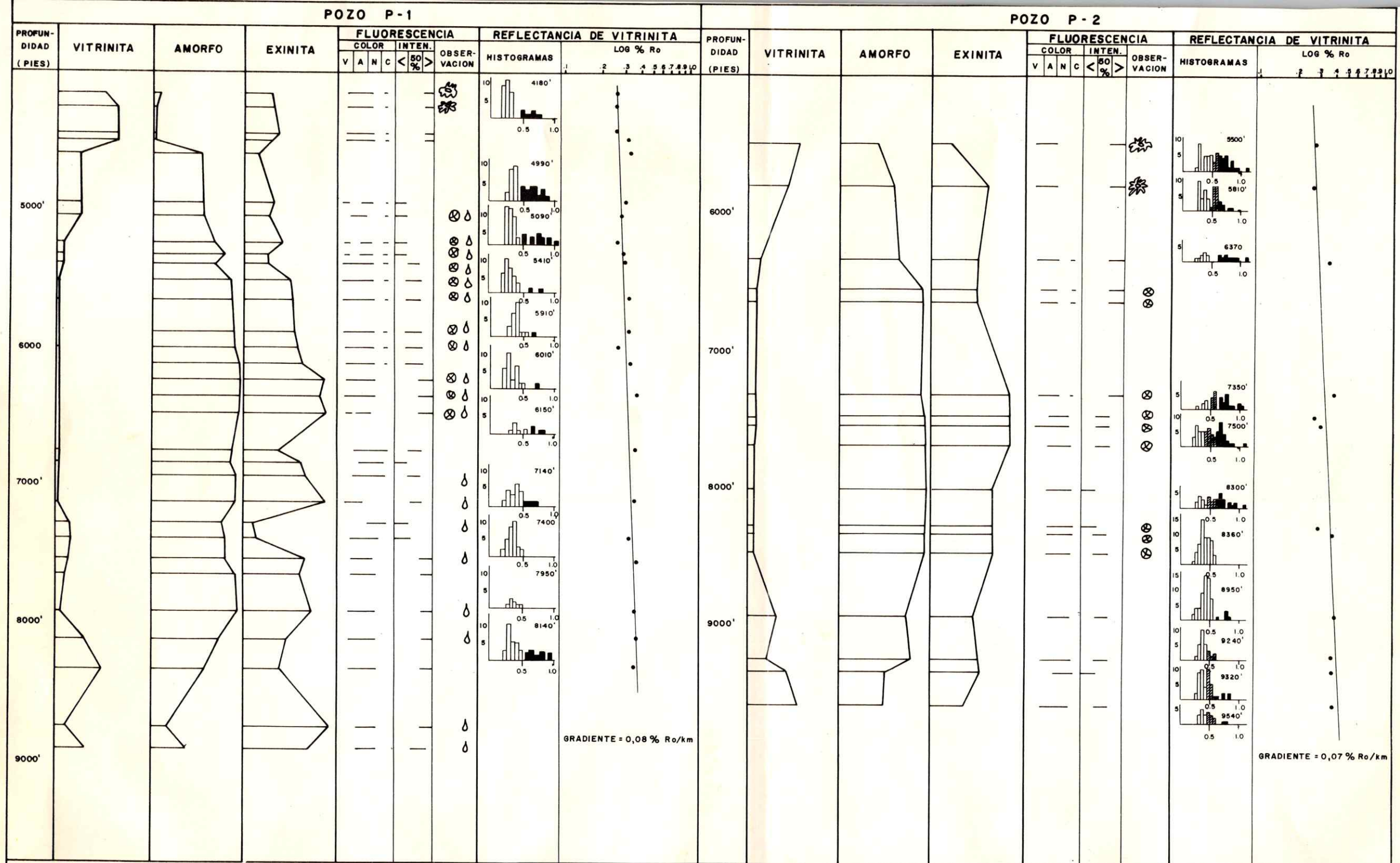
Fotografía 2. Material orgánico con aspecto predominantemente amorfo. La tonalidad ámbar que presenta es debido al contenido de algas que posee. Es de origen marino y característico del intervalo medio. Luz blanca incidente, en aceite de inmersión.

dominantes en algunas muestras. Ello se aprecia en la Fotografía 3, donde las algas son fácilmente reconocibles en fluorescencia, por el color amarillo-verdoso que emiten al ser excitadas con luz azul.



Fotografía 3. Material amorfo, característico del intervalo medio, excitado con luz azul, cuya fluorescencia permite que se observen las algas como su principal componente. Fluorescencia, en aceite de inmersión.

En este intervalo se encontró una cantidad apreciable de palinomorfos algunos de los cuales fueron identificados como dinoflagelados. Estos fósiles son buenos indicadores de ambientes marinos. En las Fotografías 4 y 5 se muestran algunos ejemplares bien preservados de los géneros *Deflandrea* y *Peridinium*, pertenecientes a la división Pirofita de las algas [7]. En la Fotografía 6 se muestra un ejemplar enquistado típico del intervalo medio.



LEYENDA

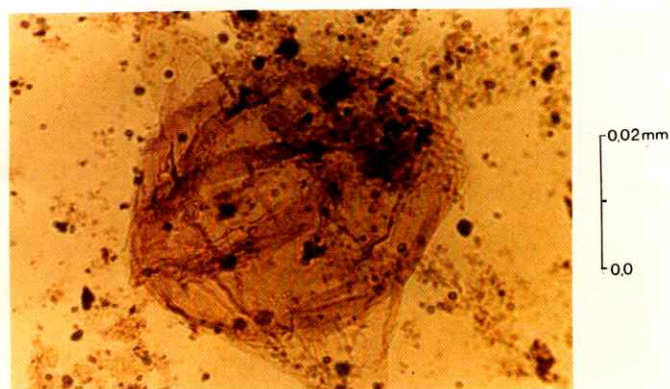
⊗ ALGAS - VARIAS

V = VERDE

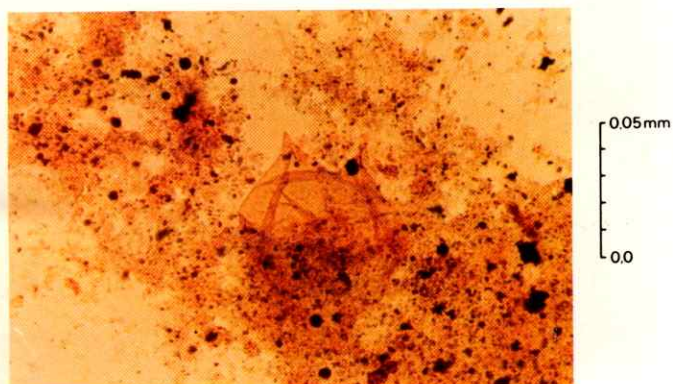
N = NARANJA

POBLACION "IN SITU"

Fig. 3. Facies orgánicas en el cretáceo



Fotografía 4. Dinoflagelado del género *Deflandrea*, característico de ambiente marino, del intervalo medio. Luz transmitida, en aceite de inmersión.

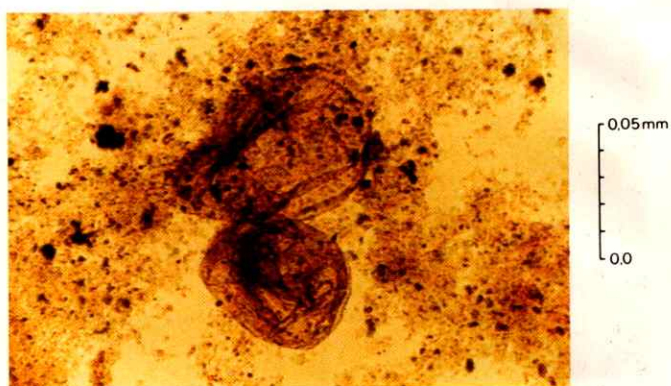


Fotografía 5. Dinoflagelado del género *Peridinium*, característico de ambientes marinos, del intervalo medio. Luz blanca transmitida, inmersión de aceite.



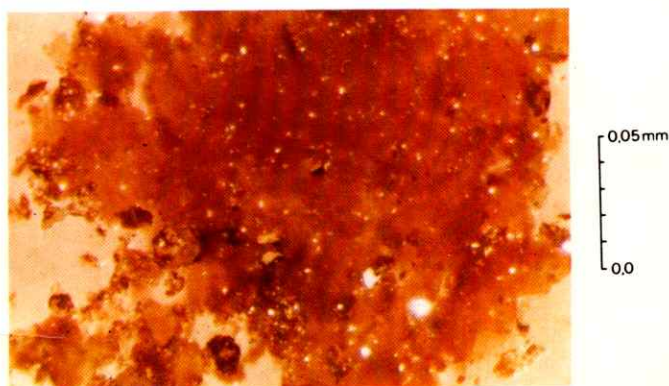
Fotografía 6. Quiste de dinoflagelado, intervalo medio. Luz transmitida, en aceite de inmersión.

Igualmente se observaron microestructuras, las cuales están actualmente en proceso de identificación y parecen ser quistes de dinoflagelados (Fotografía 7). En las muestras de este intervalo también se aprecian cristales de pirita que, según Tschudy [8], podrían indicar un ambiente diagenético reductor. Por las características anteriores, se deduce que el intervalo medio contiene un predominio de material orgánico de origen marino.



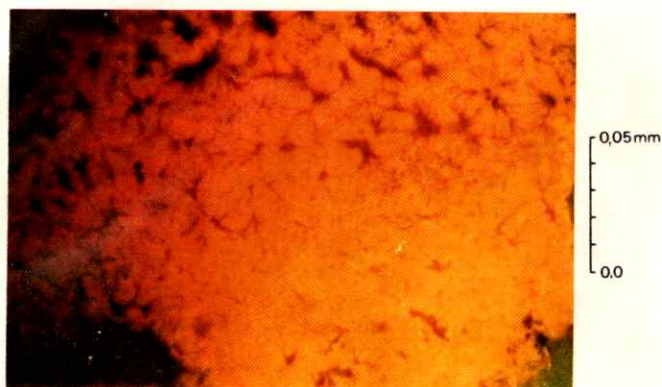
Fotografía 7. Micro-estructuras, presumiblemente quistes de dinoflagelados del intervalo medio. Luz transmitida, aceite de inmersión.

En ambos pozos el Intervalo Superior corresponde a la formación Burgüita del Cretáceo Superior. Está constituido principalmente por material orgánico de origen terrestre. Presenta predominio del maceral vitrinita; el maceral exinita está compuesto en su mayoría por esporas, cutinas y algas; éstas últimas forman colonias identificadas como *Botryococcus brauni*. Las *Botryococcus* son generalmente indicativas de ambientes lacustres de aguas templadas [9,10]. Bajo luz reflejada aparecen como un material amorfo de color ámbar brillante (Fotografía 8),



Fotografía 8: Colonia de algas *Botryococcus* del intervalo superior. Luz reflejada. Objetivo 40x, aceite de inmersión.

bastante difícil de reconocer, pero al ser excitadas con luz azul emiten una fluorescencia amarilla muy intensa que permite apreciar la estructura (Fotografía 9). El material carbonoso encontrado en este intervalo es indicativo de una sedimentación orgánica de origen terrestre; las algas, características de aguas dulces, determinan el ambiente para ciertas capas.



Fotografía 9. Colonia de algas *Botryococcus* bajo la luz fluorescente que permite apreciar su estructura. Objetivo 40x, aceite de inmersión.

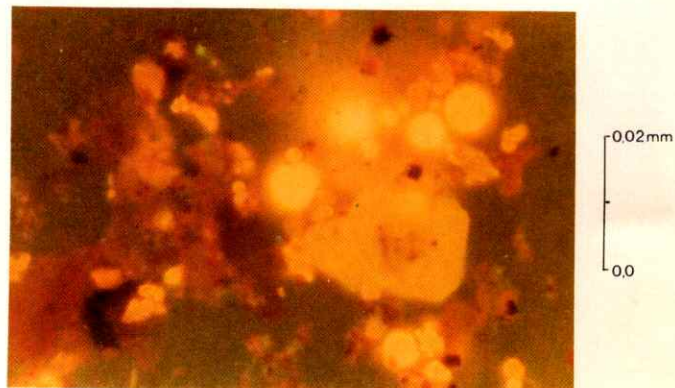
En la Fig. 3 se resume el porcentaje de material orgánico de cada uno de los intervalos estudiados, de acuerdo con su morfología y características más importantes. Comparando estas características con la descripción geológica de los sedimentos de la sección Cretácea, se puede apreciar que éstos coinciden con los cambios de facies orgánicas identificados con la petrografía orgánica las cuales, a su vez, permiten caracterizar las formaciones geológicas que las contienen. De esta manera, se define que las formaciones Aguardiente y Escandalosa son de origen terrestre con influencia marina, La Morita y Quevedo de origen marino, y Burgüita de origen terrestre lacustre con posible influencia deltaica hacia el contacto con la formación Quevedo.

#### *Hidrocarburos precoces*

Además de las características petrográficas descritas, se hicieron observaciones directas sobre la presencia de glóbulos de hidrocarburos, llamados también hidrocarburos precoces por Combaz [11]. Se les encuentra esencialmente en toda la sección estudiada del pozo P-1, donde se pudo observar que los glóbulos son más pequeños hacia el tope y que, a medida que aumenta la profundidad, se incrementa su volumen y cantidad, haciéndose predominantes en el intervalo inferior, como se puede apreciar en las Fotografías 10 y 11. Al ser excitados con



Fotografía 10. Glóbulos de hidrocarburos presentes en toda la sección del pozo P-1, pero con predominio de éstos en el intervalo inferior. Luz transmitida, objetivo 100X, inmersión de aceite.



Fotografía 11. Los glóbulos de hidrocarburos al ser excitados con luz azul responden con una fluorescencia amarilla muy intensa. Luz reflejada, inmersión de aceite.



Fotografía 12. Material bituminoso (parte más oscura) presente en el intervalo inferior del pozo P-1. Luz reflejada, aceite de inmersión.

luz azul responden con una fluorescencia amarilla muy intensa, pero si se prolonga la excitación se disuelven a consecuencia del calor irradiado. En esta misma sección y en el mismo intervalo se presenta un material bituminoso (Fotografía 12), que también exuda una sustancia con fluorescencia amarillo verdoso bajo excitación de luz azul, lo cual sugiere que hay generación incipiente en el pozo P-1 o migración de hidrocarburos provenientes del suroeste lo cual confirmaría el origen cretácico de las abundantes evidencias de hidrocarburos observadas en el Estado Táchira.

#### Gradiente termal

Los sedimentos estudiados se presentan inmaduros; los valores de reflectancia de vitrinita se encuentran entre 0,28 y 0,40% y el gradiente termal es de 0,08% Ro/km en el pozo P-1 y de 0,07% Ro/km en el pozo P-2. Sin embargo, la manifestación de hidrocarburos en el pozo P-1 hace pensar en la posible existencia de una anomalía o fuente de calor hacia el suroeste que acelera el proceso de generación del tipo de material orgánico en esta área.

La interpretación de los histogramas de las mediciones de reflectancia de vitrinita indica la presencia de una población de material orgánico redepositado, abundante en ciertas capas, el cual, analizado separadamente, mostraría el gradiente de erosión de las rocas del ciclo anterior.

#### CONCLUSIONES

1. De acuerdo con las facies orgánicas que presentan las secciones estudiadas, se identificaron tres intervalos: intervalo inferior con material orgánico de origen terrestre con influencia marina; intervalo medio con material orgánico predominantemente marino; intervalo superior con material orgánico de origen terrestre con influencia lacustre.
2. Las formaciones Aguardiente y Escandalosa tienen características petrográficas de origen terrestre con influencia marina; las formaciones La Morita y Quevedo tienen características indicativas de origen marino y la formación Burgüita presenta aspectos que sugieren origen terrestre (ambiente lacustrino con posible influencia deltaica).

3. El pozo P-1 presenta generación incipiente, a pesar de que estos sedimentos aparentemente no alcanzaron la paleotemperatura necesaria para producir hidrocarburos.
4. Las muestras estudiadas se encuentran inmaduras con valores de Ro entre 0,28 y 0,40%.
5. El gradiente termal obtenido en el Pozo P-1 es de 0,08% Ro/km y en el pozo P-2 es de 0,07% Ro/km.

#### AGRADECIMIENTO

Se agradece la colaboración brindada por A. Fasola e I. Ramos, de INTEVEP, S.A. en la identificación de los dinoflagelados.

#### REFERENCIAS

1. MARTINEZ, A. *Cronología del Petróleo Venezolano*. Caracas, Ediciones Librería Historia, 349 p. 1970.
2. RENZ, O. Estratigrafía del Cretáceo en Venezuela Occidental. *Bol Geol.*, Caracas, 5 (10): 3-48. 1959.
3. FEO CODECIDO, G. *Contribución a la Estratigrafía de la Cuenca Barinas-Apure*. Cong. Geol. Ven. IV, Caracas; p. 773-792. Noviembre, 1972.
4. KISER, G.D. *Review of the Cretaceous Stratigraphy of the Southwest Barinas Mountain Front*; Asoc. Vene. Geol. Min. y Petro., Bol. Inf., 4 (11): 335-351. 1961.
5. GONZALEZ DE JUANA, C.; ITURRALDE DE AROZENA, J.; PICARD, X. *Geología de Venezuela y de sus Cuencas Petrolíferas*. Caracas; Ediciones Foninves, 2 tomos, 1031 p. 1980.
6. ICCP. *International Handbook of Coal Petrography*, Paris; Centre National de la Recherche Scientifique. 1971.
7. GRAHAM, W. *Dynocists, their Classification, Biostratigraphy and Paleocology*. *Oceanic Micropalaeontology*. London; Academic Press, Vol. 2, p. 1231-1325. 1977.
8. TSCHUDY, R. Relationship of Palynomorphs to Sedimentation. *Aspects of Palinology*. New York; Wiley Interscience, p. 79-96. 1969.
9. DURAND, B. *Kerogen, Insoluble Organic Matter from Sedimentary Rocks*. Paris; Editions Technip, 519 p. 1980.
10. STACH, E. *Stach's Textbook of Coal Petrology*. Berlin; Gebrüder Borntrager, 429 p. 1975.
11. COMBAZ, A. Les Kerogenes vus au Microscopie. *Kerogen, Insoluble Organic Matter from Sedimentary Rocks*. Paris; Editions Technip, p. 55-111. 1980.

Recibido: 11-05-84  
Aprobado: 06-07-84