



Caracterización Geoquímica de la Formación La Luna en la Parte Noreste de la Cuenca del Valle Medio del Magdalena a Partir de Datos de Afloramiento

Martínez D. A., Mendoza C. R., Clavijo J., (Universidad Industrial De Santander), Juliao T. M. & Márquez R. (ECOPETROL-ICP).

Copyright 2012, ALAGO.

This paper was selected for presentation by an ALAGO Technical Committee following review of information contained in an abstract submitted by the author(s).

RESUMEN

En este trabajo se realizó la caracterización geoquímica y definición de las facies generadoras de la Formación La Luna en la Parte Noreste de la Cuenca del Valle Medio del Magdalena. Para llevar a cabo este estudio, fue necesario el levantamiento de dos columnas estratigráficas y muestreo para análisis geoquímico por medio de herramientas como Pirólisis Rock-Eval VI, Carbono Orgánico Total y Petrografía Orgánica, para determinar el potencial generador e identificar las facies generadoras y miembros de dicha formación.

Los análisis geoquímicos indican que la Formación La Luna tiene un contenido de carbono orgánico total (TOC) en rangos de muy bueno a excelente, donde más del 80% de las muestras están por encima del 2% TOC. La materia orgánica presenta un predominio de kerógeno tipo II (>300 mg HC/g TOC) según valores de índice de hidrogeno, indicando que es de origen marino y compuesta principalmente por materia orgánica amorfa probablemente de la descomposición de algas; además los datos de T_{máx} indican que dicha formación se encuentra entrando a la ventana de generación de aceite.

Las principales facies generadoras para la Formación La Luna en el área de Lebrija y Rio de Oro son las que presentan el mayor contenido lodoso y corresponden a la facies lCL (Lodolita calcárea laminada) y la facies que presenta mayor abundancia en Lebrija es pLMW (Mudstone-Wackestone pobremente laminado) y en Rio de Oro es lCL.

De acuerdo a las características estratigráficas y geoquímicas, las secciones estudiadas se correlacionan con el miembro Galembo.

ABSTRACT

In this paper was performed the geochemical characterization and definition of generating facies of La Luna Formation in the northeastern part of the Middle Magdalena Valley Basin. To carry out this survey, it was necessary the uplifting of two stratigraphic columns and sampling for geochemical analysis,

using tools such as Rock Eval Pyrolysis VI, Total Organic Carbon and Organic Petrography to determine the potential generator and identify generating facies and members in this formation.

The geochemistry analysis indicate that the la Luna Formation have a Total organic carbon (TOC) contents ranging from very good to excellent, where more of 80% of the samples they are for above of the 2% TOC. The organic matter show a predominance of type II kerogen (>300 mg HC/g TOC) according to hydrogen index (HI) values, indicating that is of marine origin and composed mainly of amorphous organic matter probably of the seaweed decomposition; also, T_{max} data indicate that this formation is entering the window of oil generating.

The main generating facies for La Luna Formation in the area of Lebrija and Rio de Oro are those with the highest content of content muddy and they correspond to the lCL (laminated calcareous mud) facies and the most abundant in Lebrija is the pLMW (poorly laminated Wackestone-Mudstone) and for Rio de Oro is lCL.

According to the stratigraphic and geochemical characteristics, the sections studied correlates with the Galembo member.

INTRODUCCIÓN

La formación La Luna ha sido catalogada como una de las principales rocas generadoras no solo en Colombia, sino en otros países como Ecuador, Perú y Venezuela. Esta formación fue descrita por primera vez por Garner (1926), en la Quebrada La Luna en la Serranía de Perijá como La Luna Limestone y redefinida por Hedberg & Sass (1937), como La Luna Formation.

En Colombia fue introducido este nombre por primera vez por Notestein et al., (1944) en la concesión Barco, para la Cuenca de Catatumbo, y posteriormente fue usado por Wheeler en un reporte no publicado como es especificado por Morales et al., (1958), donde la formación La Luna es subdividida en 3 miembros que de base a techo son conocidos como Salada, Pujamana y Galembo, y que tiene su sección tipo en la

Quebrada Salada, Quebrada Pujamana y Cerro de Galembó respectivamente, en donde los dos primeros son afluentes del Río Sogamoso y el último se encuentra cerca a la carretera que comunica a la Ciudad de Bucaramanga, con el Municipio de San Vicente de Chucuri, en el área conocida como El Tablazo.

En campo se han observado discrepancias a la hora de definir los miembros de esta Formación, por lo que se hace necesario tener una herramienta que permita diferenciarlos, por lo cual se decidió realizar dos levantamientos estratigráficos, y realizar un muestreo que permita determinar las características por medio de geoquímica de cada uno de ellos. Esto contribuirá, además a la caracterización geoquímica de los miembros presentes y la definición de las facies generadoras para esta formación.

METODOLOGÍA

Para determinar las áreas a trabajar, se realizó una recopilación bibliográfica, de trabajos previos donde se encuentra la Formación La Luna, seguida de una inspección de las áreas para determinar las condiciones en las cuales se encuentren los afloramientos. Para el levantamiento de las columnas estratigráficas se usó el método de bastoneo (cada bastón mide 1,5m), y la escala usada fue 1:100.

El muestreo fue de orden selectivo, donde se tuvo en cuenta las materiales de textura más fina principalmente, pero igual se tomaron muestras de las demás rocas, para determinar las facies generadoras.

Para la clasificación composicional y textural se utilizaron las tablas de clasificación de Folk (1962) y Dunham (1962) y para interpretación geoquímica fue usada las tablas de Peters & Cassa (1994).

ÁREA DE ESTUDIO

Las áreas escogidas para el estudio se encuentran ubicadas en la franja Noreste de la Cuenca del Valle Medio del Magdalena.

La primera columna se encuentra en cercanías al Municipio de Lebrija-Santander a unos 11Km aproximadamente de la cabecera municipal, sobre el curso de la Quebrada Agua Dulce, afluente de la Quebrada La Sorda.

La segunda área de estudio se encuentra en el municipio de Río de Oro, Cesar a 15,5km aproximadamente del casco urbano del municipio de Aguachica-Cesar, sobre el curso de la Quebrada El Salto.

CARACTERIZACIÓN ESTRATIGRÁFICA DE LA FORMACIÓN LA LUNA

La Formación La Luna en la Quebrada Agua Dulce presenta un espesor de 310m y está compuesta por una intercalación de micrita de textura Wackestone y algunas de textura Mudstone con lodolita calcárea principalmente. Se observan capas delgadas (>10cm de espesor) de Porcelanita calcárea en toda

la sección teniendo su mayor presencia hacia la parte media. Hacia la parte superior se presenta rocas calcáreas con contenido fosfático (micrita de textura Wackestone y en menor proporción lodolita calcárea y micrita de textura Mudstone) y fosforita (de textura Wackestone y Packestone).

En la sección de la Quebrada El Salto, la Formación La Luna presenta un espesor de 313m y está compuesta por una intercalación de lodolita calcárea con micrita de textura Mudstone principalmente y algunas micritas de textura Wackestone. Las capas delgadas (>10cm de espesor) de Porcelanita calcárea tienen menor presencia a comparación de la sección de la Quebrada Agua Dulce, pero al igual que esta tienen su mejor presencia hacia la parte media. Hacia la parte superior de la sección se presentan rocas calcáreas con contenido fosfático (micrita de textura Wackestone y en menor proporción lodolita calcárea y micrita de textura Mudstone) y hacia el techo de la sección se observa la única capa de fosforita (de textura Packestone).

A lo largo de las secciones es común la presencia de foraminíferos, escasas conchas de bivalvos, moldes de amonites, pirita diseminada en algunas capas y concreciones calcáreas que pueden alcanzar hasta 2m de diámetro y que tienen una mayor densidad en la sección de río de Oro; además en las rocas con contenido de fosfatos es posible reconocer pellets, pelóides y restos de peces. Las rocas presentan partículas de bitumen y expelen un fuerte olor a hidrocarburo.

CARACTERIZACIÓN GEOQUÍMICA DE LA FORMACIÓN LA LUNA

La caracterización geoquímica se realizó por medio de pruebas de Pirolysis Rock-Eval, Carbono Orgánico Total (TOC) y Petrografía Orgánica.

Estos análisis muestran contenidos de Carbono Orgánico total que varían entre muy buenos a excelentes con valores entre 0,3 y 8,8% con promedio de 3,2% TOC para el área de Lebrija y 3,8% TOC para el área de Río de Oro, cabe destacar que más del 80% de las muestras analizadas se encuentra por encima del 2% de TOC, indicando que la riqueza orgánica en la parte Noreste de la Cuenca del Valle Medio del Magdalena se encuentra en rangos de muy bueno a excelente (figura 1a y b).

La materia orgánica presenta un predominio de kerógeno tipo II representado en más del 80% de las muestras con valores de índice de hidrogeno (HI) mayores a 300 mg HC/g TOC, indicando que es principalmente de origen marino y los datos de T_{máx} indican que esta formación se encuentra entrando a la ventana de generación de aceite (figura 2).

Los datos de petrografía orgánica indican que la materia orgánica en un alto porcentaje es amorfa probablemente de la descomposición de algas, corroborando los datos obtenidos con el índice de hidrogeno (figura 3).

CARACTERIZACIÓN GEOQUÍMICA DE LA FORMACIÓN LA LUNA EN LA PARTE NORESTE DE LA CUENCA DEL VALLE MEDIO DEL MAGDALENA A PARTIR DE DATOS DE AFLORAMIENTO

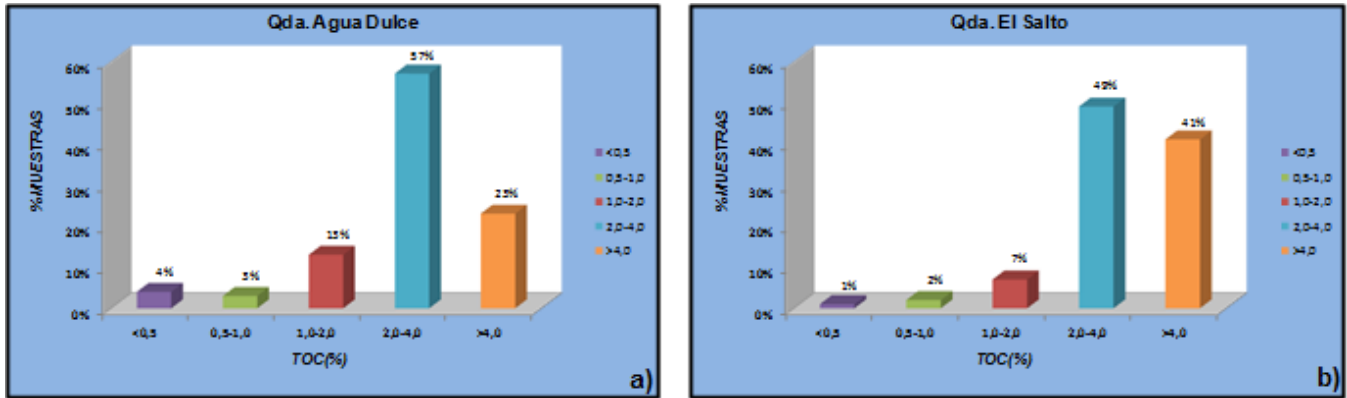


Figura 1. Distribución porcentual de TOC a) Quebrada Agua Dulce y b) Quebrada El Salto.

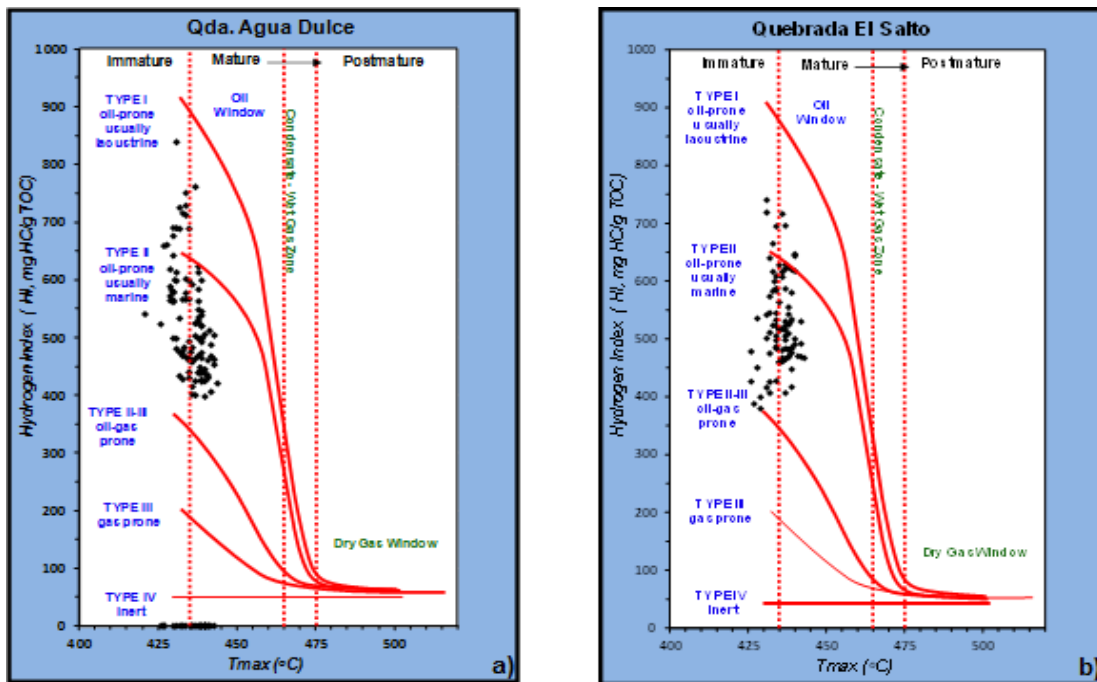


Figura 2. Evaluación de la calidad y madurez termal de la materia orgánica para la Formación La Luna a) Quebrada Agua Dulce y b) Quebrada El Salto.

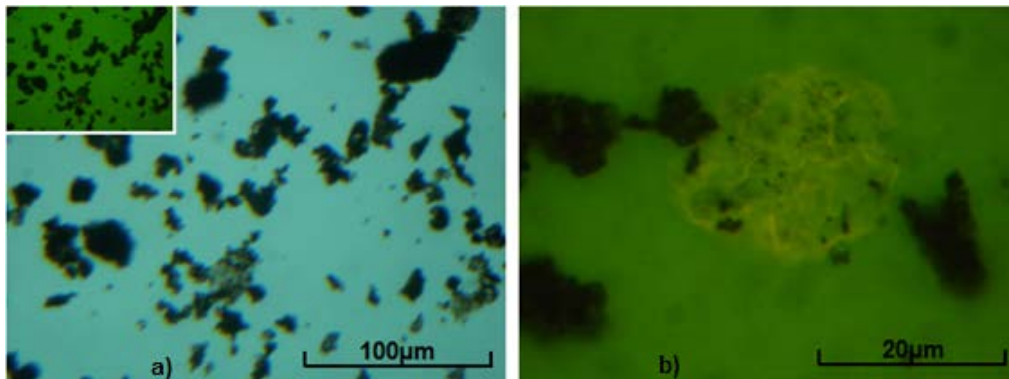


Figura 3. a) Microfotografía representativa en luz transmitida no fluorescente de la materia orgánica amorfa y b) Microfotografía en luz fluorescente de Palinomorfos marinos (dinoflagelados).

DEFINICIÓN DE FACIES GENERADORAS

A partir de la información estratigráfica fue posible identificar 8 facies litoestratigráficas como se enuncian a continuación: Mudstone-Wackestone pobremente laminado (MWpl), Mudstone-Wackestone laminado (MWI), Lodolita calcárea pobremente laminada (Lcpl), Lodolita calcárea laminada (Lcl), Lodolita silicea-Porcelanita (Lsc), Lodolita calcárea-Mudstone fosfático (LcMf), Wackestone-Packestone fosfático (WPf) y Fosforita (F), donde la litofacies que presenta un mayor porcentaje para la columna de la Quebrada Agua Dulce es MWI en un 21,7% y MWpl con 21,1% de espesor, y para el área de la Quebrada El Salto, es la Lcl con 34,5% de espesor.

Al relacionar estas facies litoestratigráficas con los análisis geoquímicos, se observó que la facies que presentan mejores condiciones de generación de hidrocarburos para las dos áreas es Lcl, la cual presenta valores promedio de 4,7% de TOC en la sección de Lebrija y 4,5% para Río de Oro, esta facies, hace su mejor presencia hacia la parte inferior y media de las secciones levantadas.

MIEMBROS DE LA FORMACIÓN LA LUNA

Para realizar la caracterización de los miembros de la Formación La Luna en las secciones levantadas, se tuvo en cuenta:

- Información estratigráfica original de Morales et al., (1958) de cada uno de los miembros que se describen a continuación: *salada*: shale calcáreo negro con estratificación delgada, y capas delgadas de calizas negras de textura fina, con concreciones de pirita; *Pujamana*: shale calcáreo con estratificación delgada de color gris a negro; *Galembó*: shale calcáreo con estratificación delgada de color negro, con intercalaciones de caliza arcillosa, se observan concreciones de caliza con amonitas, capas de chert estratificado de color azul-negro, capas fosfáticas hacia el tope con fragmentos de peces.
- Información geoquímica obtenida para este trabajo, donde estos análisis no muestran grandes cambios que indiquen la presencia de los 3 miembros.
- Información de espesores reportados en la literatura, donde para el miembro Salada se da un espesor de 50-100m, para Pujamana de 50-225 y para el miembro Galembó es de 330-340m.

De acuerdo a la información anteriormente descrita, se concluye que las secciones levantadas en el área de estudio, corresponden al miembro Galembó.

CONCLUSIONES

La Formación la Luna en los sectores de las Quebradas Agua Dulce y El Salto, presenta un espesor aproximado de 310m y

313m respectivamente, para estas secciones fue posible identificar 8 litofacies (Lcl, Lcpl, MWI, MWpl, Lsc, LcMf, WPf y F) bajo el criterio litológico y de estructuras sedimentarias presentes.

Los análisis geoquímicos indican que la Formación La Luna en la parte noreste de la Cuenca del Valle Medio del Magdalena presenta una riqueza orgánica en rangos de Muy bueno-Excelente y presenta un kerógeno tipo II/I; además los valores de la Tmax muestran que dicha formación en la parte Noreste de la cuenca está entrando en la ventana de generación de aceite.

En cuanto a las Facies Generadoras, se observa que la Lcl muestra las mejores condiciones para generación de hidrocarburos y que hace su mayor presencia hacia la parte inferior y media de las secciones levantadas.

Teniendo en cuenta las características litológicas, geoquímicas y reporte de espesores, fue posible relacionar las secciones levantadas con el miembro Galembó de la Formación La Luna.

AGRADECIMIENTOS

Al grupo de geoquímica del Instituto Colombiano del Petróleo (ICP) y a la Universidad Industrial de Santander (UIS).

REFERENCIAS

- Carvajal, Humberto, 2004. *Nuevas consideraciones acerca del estado de madurez termal de la Formación La Luna en el Valle Medio del Magdalena, Colombia*. Tesis de Grado, Universidad Industrial de Santander, 106p.
- Ercegovac, Marko and Kostic, Aleksandar, 2006. *Organic facies and palynofacies: Nomenclature, classification and applicability for petroleum source rock evaluation*. International Journal of Coal Geology, V. 68, p. 70-78.
- Maughann, Ward, Pachon, Castro, Abozaglo, Saenz y Durán, 1967. *Columna estratigráfica de la Formación La Luna, Levantada en la Quebrada La Sorda*.
- Morales, L. G., and the Colombian Petroleum Industry, 1958. *General geology and oil occurrences of the Middle Magdalena Valley, Colombia, in habitat of oil a symposium*: Am. Assoc. Petroleum Geologist, 55p.
- Peters, K., and Cassa, M., 1994. *Applied Source Rock Geochemistry. The Petroleum System from Source to Trap*. AAPG Memoir 60. p. 93-120.
- Rangel, A.; Parra, P. and Niño, C., 2000. *The La Luna formation: Chemostratigraphy and organic facies in the Middle Magdalena Basin*. Organic Geochemistry, N° 31, p. 1267-1284.