

## AUTORES

Osmany Pérez-Machado Milán<sup>1</sup>Santa Gil González<sup>2</sup>Sandra Pilar Díaz Díaz<sup>3</sup>Maida Daylín Peña Borrego<sup>4</sup>

RECIBIDO: MAYO, 2019

ACEPTADO: MAYO, 2019

<sup>1</sup> Centro de Investigaciones del Petróleo.

Churruca No 481, Cerro, La Habana, Cuba, CP 12000. Cuba, CP 10200.

<sup>2</sup> Instituto de Geología y Paleontología, Servicio Geológico de Cuba. Vía Blanca 1002, Reparto Los Angeles, San Miguel del Padrón, Cuba.<sup>3</sup> Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saiz Montes de Oca". Avenida José Martí final, No. 270, Pinar del Río, Cuba. CP 20100.<sup>4</sup> Universidad de Holguín "Oscar Lucero Moya". Avenida XX Aniversario, Carretera Vía Guardalavaca, Piedra Blanca, Holguín. milan@ceinpet.cupet.cu

## ESTUDIO LITOLÓGICO Y BIOESTRATIGRÁFICO DE LOS DEPÓSITOS DEL JURÁSICO SUPERIOR-CRETÁCICO INFERIOR VALANGINIANO DE LA REGIÓN SIERRA DEL ROSARIO, PROVINCIA DE PINAR DEL RÍO, CUBA OCCIDENTAL

LITHOLOGIC AND BIOSTRATIGRAPHIC STUDY OF UPPER JURASSIC-LOWER CRETACEOUS (VALANGINIAN) DEPOSITS OF SIERRA DEL ROSARIO REGION, PINAR DEL RÍO PROVINCE, WESTERN CUBA

## RESUMEN

Los depósitos de las formaciones Artemisa y Sumidero afloran en la Sierra del Rosario y representan secuencias de margen continental del Jurásico Superior Kimmeridgiano al Cretácico Inferior Valanginiano. En este trabajo se confirma la presencia en los mismos de tres facies fundamentales: facies de cuencas y condiciones neríticas de mares abiertos, facies de talud y facies con elementos de aguas someras. La primera de estas facies es la más común y con la que se han caracterizado ambas formaciones. Diferentes elementos litológicos y biofaciales permiten establecer una correspondencia entre estos depósitos y las secuencias propias de los cinturones faciales 1 y 2 de Wilson. Las facies de talud y con elementos de aguas someras, dadas por la presencia de packstone y rudstone con oolitos y organismos bentónicos, que permiten corresponder estas secuencias con las propias de los cinturones faciales 3 y 4 de Wilson, están menos distribuidas que las anteriores y pueden observarse en ambas unidades, con un ligero predominio en la Formación Artemisa. Se confirma la edad atribuida a la Formación Sumidero (Cretácico Inferior Berriasiano - Valanginiano), aunque fueron datadas del Jurásico Superior - Cretácico Inferior (Berriasiano parte baja) muestras tomadas en la localidad Río Caimito. La presencia de Saccocoma, poco común en rocas de esta unidad, es la indicadora del Jurásico. Se identificó para la Formación Artemisa la Biozona de Crassicollaria, de acuerdo con la presencia de Nannoconus junto a Crassicollaria sp., Crassicollaria aff. C. brevis, formas grandes de Calpionella alpina y Colomisphaera sp., correspondiente al Tithoniano Superior.

Palabras clave: Litología, bioestratigrafía, microfacies, paleoambiente

Artemisa and Sumidero units crop out in Sierra del Rosario, Western Cuba, and represent carbonatic sequences belonging to the continental passive margin. The age interval ranges from Upper Jurassic (Kimmeridgian) to Lower Cretacic (Valanginian). Three independent facies are reported for these units: neritic (open sea) basin deposits, slope facies and shallow water deposits. The neritic deposits are the most common facies and constitute the base for the classification of both units. Different lito- and biofacial elements allow a correlation between these deposits and the sequences of Wilson's facial belts 1 and 2. The remaining facies (slope and shallow water deposits) are characterized by the presence of packstone and rudstone that contains oolites and benthic microorganisms. These characteristic can be compared with the Wilson's facial belts 3 and 4. These facies are less common than the neritic facies and are observed in both Artemisa and Sumidero units, although there is a slight increment of them within the Artemisa Formation. As a result of intense biostratigraphic studies, the Lower Cretacic (Berriasian - Valanginian) is confirmed for Sumidero unit. However, some individual samples from Río Caimito yielded Upper Jurassic - Lower Cretacic (lower berriasian) due to the presence of Saccocoma, a very uncommon report for the rocks of this unit. In Artemisa Formation, the Crassicollaria Biozone was identified, according to Nannoconus, Crassicollaria sp, Crassicollaria aff, C. brevis, general forms of Calpionella alpina and Colomisphaera sp, all of them indicating an Upper Jurassic (Upper Tithonian) age.

Keywords: Lithology, biostratigraphy, microfacies, paleoenvironment

## ABSTRACT

Los depósitos del Jurásico Superior Oxfordiano al Cretácico Inferior Valanginiano (Formaciones Artemisa y Sumidero) afloran mayoritariamente en la Cordillera de Guaniguanico, provincia de Pinar del Río, Cuba Occidental. Representan las secuencias de margen continental del Jurásico Superior Oxfordiano al Cretácico Inferior Neocomiano de la unidad tectonoestratigráfica (UTE) Sierra del Rosario.

Los primeros trabajos acerca de dicha unidad comenzaron a realizarse a principios del siglo XIX por Lewis en 1932, al noroeste del poblado de Artemisa, en unidades denominadas por el autor como Artemisa Limestone. No es hasta 1965 que Furrzola Bermúdez realiza el primer estudio de los microfósiles tithonianos en Sierra del Rosario.

Este conjunto sedimentario ha sido estudiado por numerosos investigadores, cuyas obras serán citadas a lo largo del presente trabajo. Dichos especialistas distinguen variaciones litofaciales y diferentes subunidades de mayor o menor uso por los conocedores del tema. También se han realizado estudios microfaciales de la parte baja de la Formación Artemisa en Sierra del Rosario, en los cuales se describen cinco microfacies, a partir del contenido micropaleontológico de estas rocas, donde predominan asociaciones como Saccocoma – Didemnidae, de gran importancia para las reconstrucciones paleoambientales y bioestratigráficas.

Se analizaron 84 secciones delgadas de superficie, pertenecientes a las formaciones Artemisa y Sumidero. De estas secciones, 34 corresponden a la Formación Sumidero y 50 a la Formación Artemisa. Las muestras fueron tomadas en las localidades Mameyal, La muralla, Río Caimito, Los Bermejales, Carretera Soroa - Cinco Pesos, Rangel y Las Terrazas (cerca de los baños del río San Juan), en la región montañosa Sierra del Rosario.

La preparación de las muestras estuvo basada en la Norma Ramal para la Preparación de Secciones Delgadas de muestras de rocas para su estudio paleontológico o petrográfico, vigente a partir de 1979 hasta la actualidad en el departamento de muestrería del CEINPET. Para este estudio se realizó una redescrición de las muestras anteriormente observadas y descripción de muestras tomadas en salidas de campo.

El método seguido para el estudio petrográfico fue la observación visual bajo el microscopio óptico. Para realizar las descripciones petrográficas de las rocas carbonatadas se tuvo en cuenta la clasificación de Dunham (1962), modificada y ampliada por Embry & Klovan (1971). El contenido de microfósiles fue determinado a partir de la clasificación sistemática de Furrzola Bermúdez y Kreisel (1973) para calpionélidos y Borza (1969) para los cadosínidos. Las consideraciones bioestratigráficas estuvieron basadas en los criterios de Fernández Carmona (1998).

Para el estudio microfacial se tuvieron en cuenta los cinturones faciales y las microfacies estándar de Wilson (1975), así como las microfacies establecidas por Myczynsky & Pszczółkowski (1994) para la parte baja de la Formación Artemisa y su extrapolación para la parte alta de dicha unidad.

### Ubicación geográfica del área de estudio

La UTE Sierra del Rosario está ubicada en el extremo oriental de la Cordillera de Guaniguanico, en el Occidente de Cuba. La mayor parte de la misma se ubica en la provincia Artemisa, y una pequeña porción se encuentra en el noreste de Pinar del Río.

La falla Pinar constituye un límite tectónico bien definido al sur de la Sierra, mientras que al norte el límite morfológico consiste en el contacto abrupto con la región ondulada situada entre Cayajabos y La Mulata, debido al contraste litológico entre ambas regiones (Cobiella Reguera y Hernández Escobar, 1990) (Figura 1).

FIGURA 01.

Sectores principales a examinar por el TTP de 2013, el cual se ejecutó en 2015.



### Estratigrafía

La UTE Sierra del Rosario presenta una columna estratigráfica que se inicia con rocas del Jurásico Inferior y Medio y termina con los sedimentos orogénicos del Eoceno Inferior basal. Abarca diferentes ciclos sedimentarios y en menor escala magmáticos, ocurridos desde su inicio en el Jurásico hasta su deformación en los depósitos del Eoceno, conjuntamente con las ofiolitas y secuencias vulcanógeno - sedimentarias.

La Sierra del Rosario está constituida por una serie de mantos tectónicos con emplazamientos de sur a norte, donde se distinguen dos grandes grupos de mantos, meridional y septentrional, caracterizados por una distinta inclinación de los planos de sobrecorrimiento y cortes estratigráficos. En superficie se han descrito al menos cinco mantos tectónicos que internamente presentan diversas escamas menores. Cada manto norteño posee su propio corte estratigráfico. La Formación Polier, del Cretácico Inferior Hauteriviano - Aptiano, es la unidad principal en casi todos, en tanto que las demás unidades pueden o no estar presentes (e.g. Fernández Carmona, 1998). Sin embargo, los mantos más meridionales se caracterizan por contener fundamentalmente rocas del Jurásico Superior, como se evidencia en el corte del Pozo CHD-1X en las inmediaciones del pueblo de Guanajay. La Formación Manacas, de la parte basal del Eoceno Inferior, marca generalmente el tope de los mantos, aunque pudiera estar ausente en alguno de ellos (Fernández Carmona, 1998).

### Aspectos estratigráficos de los sedimentos del Jurásico Superior Oxfordiano - Cretácico Inferior Valanginiano de Sierra del Rosario

Los depósitos del Jurásico Superior Oxfordiano - Cretácico Inferior Valanginiano afloran mayormente en la Cordillera de Guaniguanico. Este conjunto sedimentario ha sido estudiado por numerosos investigadores, quienes han distinguido las mismas variaciones litofaciales.

Autores como Martínez et al. (1991) y García Delgado et al. (2003) adoptan, con pocas variaciones, el esquema establecido por Pszczółkowski (1978) y Pszczółkowski et al. (1987), aprobado en el Léxico Estratigráfico de Cuba (De Huelbes, 2013), donde la Formación Artemisa aparece constituida por los miembros La Zarza y Sumidero. Sin embargo, para la exploración petrolera ha predominado la tendencia a elevar el Miembro Sumidero al rango de Formación (Fernández Carmona, 1998) y considerar como Formación Artemisa el denominado Miembro La Zarza. Al eliminarse el miembro Sumidero de la Formación Artemisa, el uso del restante (la Zarza) sería superfluo. En el presente estudio es asumida la unidad Sumidero en el rango de formación.

### Caracterización litológica y rasgos sedimentológicos de los depósitos

#### Formación Artemisa

Para la Formación Artemisa, bajo la denominación de miembro La Zarza,

Pszczółkowski (1978), Pszczółkowski et al. (1987), Martínez et al. (1991), García Delgado et al. (2003), Linares Cala (2003) y Gil González et al. (2005) reportan calizas margosas, microcristalinas, carbonosas, cristalinas y bioclásticas grises oscuras a negras, con interestratificaciones frecuentes de argilitas calcáreas y carbonosas. Además, han sido observadas areniscas cuarzosas y polimícticas de color gris claro que transicionan a aleuroareniscas y limolitas. Predomina la estratificación fina, que puede llegar a ser laminar. En varias secciones se observan facies de calizas masivas o gruesamente estratificadas de color gris, con espesores que oscilan entre 1 y 3 m. Las intercalaciones de areniscas son esporádicas y de poco espesor, más frecuentes en la parte baja de la unidad (García Delgado et al., 2003). En algunas localidades se observan a través de todo el corte, tanto en la parte inferior como superior.

En su parte baja presenta calcarenitas y calciruditas con bioclastos de algas, pelecípodos, equinodermos, ooides, oncoides, peloides y litoclastos, típicos de depósitos de aguas poco profundas. En la base también se observan micritas grises, estratificadas en

## 02. FIGURA

*Formación Artemisa en la cantera La Muralla (Tomada por D. García Delgado, 2002).*



capas finas, con intercalaciones de argilitas. En la parte superior de la formación aparecen micritas y calcilutitas interestratificadas con calizas bioclásticas grises a negras y coquinas compuestas por conchas de ammonites y aptychus. Estas capas pueden llegar hasta 0,3 m de espesor (Linares Cala, 2003) (Figura 2).

## Formación Sumidero

Al igual que la Formación Artemisa, la Formación Sumidero fue descrita bajo la categoría de Miembro por los investigadores citados anteriormente. Dichos especialistas describen para la unidad micritas pardas claras, rosáceas, grises claras, grises oscuras hasta negras, calizas moteadas grises - violáceas, laminadas, intercaladas con rocas arcillosas y pedernales. Son fétidas, con material carbonoso en las grietas rellenas de calcita. Las capas tienen estratificación media entre los 5, 10 y 15 cm hasta más de 30 cm de espesor. Los pedernales se presentan en bandas finas hacia la parte baja de la formación y se incrementa el grosor de las capas hacia arriba (Figura 3)

## 03. FIGURA

*Calizas estratificadas grises oscuras a negras en los márgenes de Río Caimito, con lentes y capas de color negro (Tomada por E. Linares y S. Gil González, 2004).*





## 04 FIGURA

*Calizas finamente laminadas.*

Entre las calizas que han sido distinguidas en esta unidad por Cobiella Reguera y Gil González et al. (2005) existen tres variedades esenciales, también observadas y descritas en el desarrollo de este trabajo:

### 1. Calizas finamente laminadas

En superficie ligeramente meteorizadas, muestran un aspecto como un wackestone / packestone fino, las láminas tienen espesores que oscilan entre 1 o 2 a varios mm. Esta laminación se presenta en capas con espesores de hasta unos 30 cm y en la parte superior de la capa la laminación se torna ondulada, con amplitudes que alcanzan los 40 a 50 cm, o más en ocasiones (Figura 4).

### 2. Calizas con laminación más gruesa

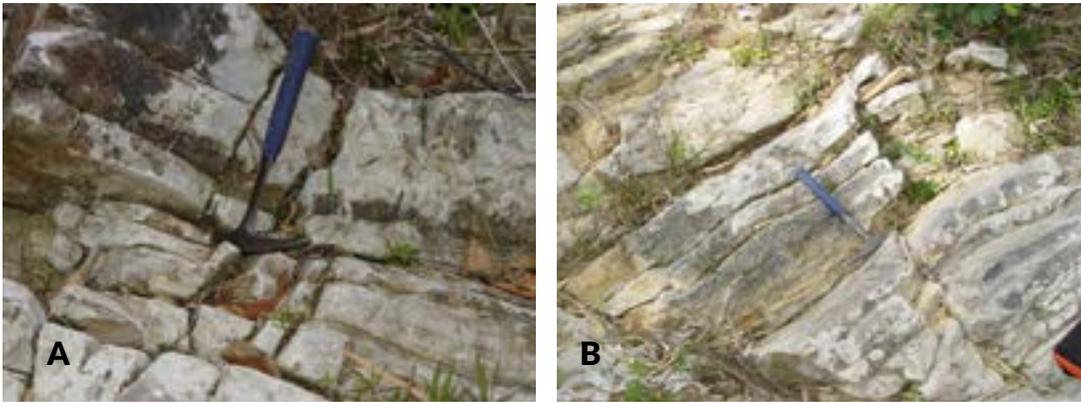
Las láminas están separadas por superficies estilolíticas. El espesor de estas rocas es centimétrico (5 cm), con venillas entrecruzadas de calcita, con manchas de bitumen abundante en zonas de recristalización rellenando las venillas y algunas capas de argilitas (Figura 5).

Las rocas son calizas de grano fino (wackestone?) que presentan una laminación

muy tenue; en superficie meteorizada tienen un color pardo claro cremoso y bitumen diseminado en grietas. Hacia la parte superior de la capa se distingue una laminación ondulada algo menos marcada que las del primer tipo. Acompañan a las calizas lentes de pedernal de hasta 4 o 5 cm de espesor de color gris oscuro, muy fracturado, que presentan cambios bruscos de espesor, lo cual indica un origen diagenético (secundario).

### 3. Calizas sin laminación

Son menos abundantes que las anteriores, se presentan en forma no laminada y está constituida por calizas de grano muy fino (porcelanosas), de color gris claro en superficie algo meteorizada y pardo rosada en superficie con mayor grado de meteorización. No se observa evidencia alguna de laminaciones y presenta pedernal negro diagenético. En la observación de esta parte del afloramiento se detectó una sola capa de caliza, situada en la parte más baja del mismo. El espesor estudiado es de unos 2 m, un estimado preciso es muy complejo producto del plegamiento interno del afloramiento (Figura 6).



05. FIGURA

Calizas con laminación más gruesa.

06. FIGURA

Calizas sin laminación.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Caracterización petrográfica y microfacial de los depósitos del Jurásico Superior - Cretácico Inferior Valanginiano**

La caracterización petrográfica está basada en el estudio de las calizas realizado con el propósito de distinguir los tipos texturales presentes, de importancia en la determinación de las microfacies standard y los cinturones faciales.

**Variedades petrográficas y tipos texturales de calizas**

En la Formación Artemisa fueron descritos, en las muestras estudiadas, los tipos texturales mudstone calcáreo, wackestone bioclástico y rudstone intraclástico. En la Formación Sumidero, casi con iguales características, se reportan mudstone y wackestone, con cierto predominio del segundo tipo, sin reportarse rudstone y sí packstone intraclástico y bioclástico.

A continuación, se realiza una caracterización petrográfica de los tipos texturales. En el caso de los comunes para ambas formaciones, se destaca alguna particularidad existente.

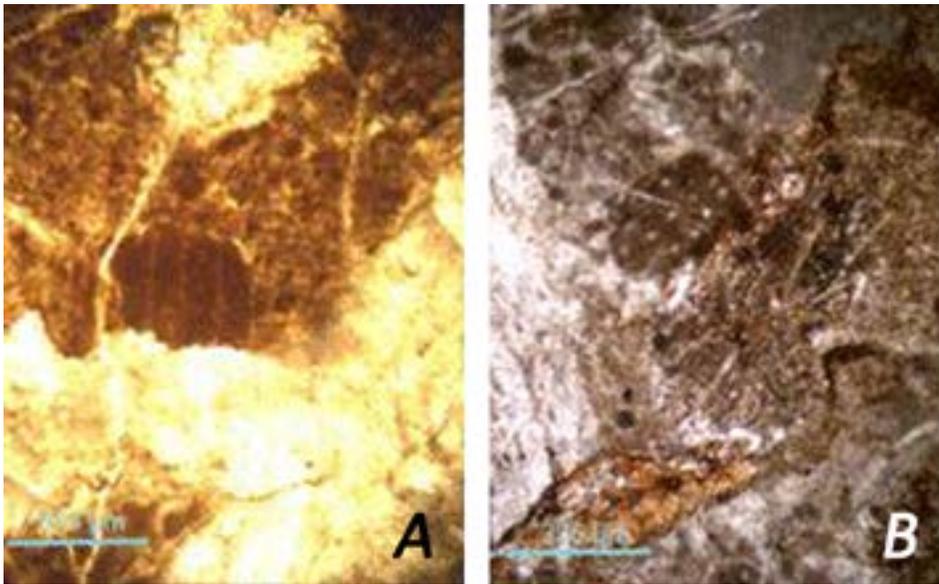
*Clasificación de las microfacies según Wilson*

Para este análisis se tuvieron en cuenta los aspectos contemplados en el esquema clasificatorio de Wilson (1975) para la distinción de cinturones faciales y microfacies standard. Estos son: facies, litología, color de los sedimentos, tipo de granulometría, textura y estructura sedimentaria, estratificación, material terrígeno - fragmentario y los fósiles presentes en cada roca.

*Formación Artemisa*

En esta unidad es evidente el predominio de la microfacies 3, característica del Cinturón Facial

RESULTADOS Y DISCUSIÓN



## 07 FIGURA

Rudstone con elementos de aguas someras.

1 (Facies de cuenca). No obstante, está presente con mayor frecuencia que en la suprayacente Formación Sumidero la microfacies indicativa de facies nerítica de mares abiertos (Cinturón Facial 2), representada por wackestone bioclástico con *Saccocoma* sp., acompañado de cadosínidos, calpionélidos y moldes recristalizados de radiolarios (EL-143-1-20).

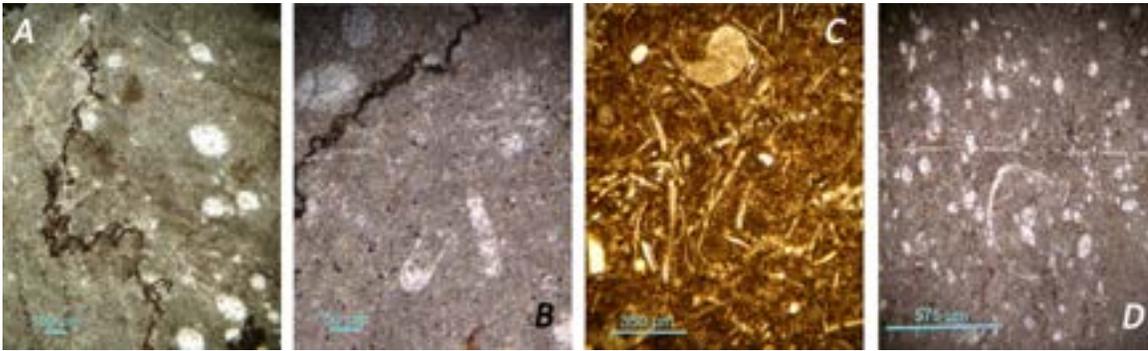
En menor cuantía está presente la microfacies 4 (Figura 7), de facies de pie de talud o talud frontal (cinturones faciales 3 y 4), reportada fundamentalmente en la parte baja de la unidad, representada por rudstone intraclásticos con pellets y biofacies características de facies someras (*Favreina* sp.) como elemento posiblemente resedimentado (Figura 7 B), lo que constituye la denominada "Facies con elementos de aguas someras", definida por Gil González et al. (2005).

### *Formación Sumidero*

Para esta unidad se confirma lo planteado por Gil González et al. (2005) sobre el predominio absoluto en estas rocas del Cretácico Inferior de la microfacies 3, propia de los cinturones faciales 1 y 2 (Facies de cuencas y de condiciones neríticas de mar abierto), sobre todo del primero. Esta microfacies está compuesta por wackestone biogénicos, mudstone y calizas muy recristalizadas.

En los wackestone biogénicos hay presencia de laminación (SP-17-3), la cual en muchas muestras es horizontal, con variaciones de coloración clara y oscura, así como microfallas y estilolitos en diferentes direcciones. Impera la fauna fósil radiolárica, con predominio de las formas espumeláridas. En algunos casos, estos fósiles tienden a orientarse paralelos a la laminación interna; en variadas ocasiones la concentración es alterna, con la mayor parte acumulada en láminas más oscuras (SP-16-2). Asociados a los radiolarios aparecen *Saccocoma* sp., calpionélidos, espículas de esponjas, pelecípodos pelágicos y calcisferas (Figura 8). La presencia de *Saccocoma* indica la relación de esta microfacies con el cinturón facial 2. En los mudstone y calizas dolomitizadas, los rasgos son muy similares a los predominantes del wackestone biogénico. Es notable en ellos la ausencia de fósiles (Figura 9).

Aunque en menor proporción, aparecen intercaladas de forma esporádica rocas de la microfacies 4 (SP-16-04). Estos depósitos se encuentran representados en la Formación Sumidero por packstone, con litoclastos predominantes sobre los bioclastos. Están constituidos en primer lugar por calizas, aunque también existen en menor cantidad fragmentos de cuarzo y silicita en un cemento calcáreo. El contenido litológico y paleontológico indica una microfacies de tipo Cinturón Facial 3.



08. FIGURA

Asociación fosilífera de la Formación Sumidero. A, D: Secciones dominadas por radiolarios. B: Calpionélidos. C: Asociación Saccocoma - Didemnidae.

09. FIGURA

Sección sin restos fósiles determinables.



10. FIGURA

Fragmentos de foraminíferos bentónicos propios de facies someras.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La mayor parte de los sedimentos del Jurásico Superior Kimmerigdiano - Cretácico Inferior Valanginiano fueron depositados en ambientes de cuencas y condiciones neríticas de mar abierto (cinturones faciales 1 y 2 de Wilson). Tanto la Formación Sumidero como en la Formación Artemisa se intercalan algunos sedimentos propios de pie de talud y talud frontal (cinturones faciales 3 y 4 de Wilson). En la Formación Artemisa se han detectado depósitos que en su composición contienen oolitos, pellets, Favreina sp. y fragmentos de foraminíferos bentónicos propios de facies someras (Figura 10), que pueden haber sido arrastrados y constituir una resedimentación.

*Clasificación de las microfacies según Myzycynski y Pszczólkowski*

A partir del contenido fundamentalmente micropaleontológico presente en los

sedimentos de la Formación Artemisa (Miembros La Zarza y Sumidero), Myzycynski & Pszczólkowski (1994) establecen cinco microfacies para la parte baja de la unidad (Miembro La Zarza) y la correlacionan con otros sedimentos de igual edad en la Sierra de los Órganos.

A continuación, se realiza un análisis de las microfacies observadas en las muestras estudiadas, a partir del criterio establecido por los citados autores.

1. Microfacies con radiolarios

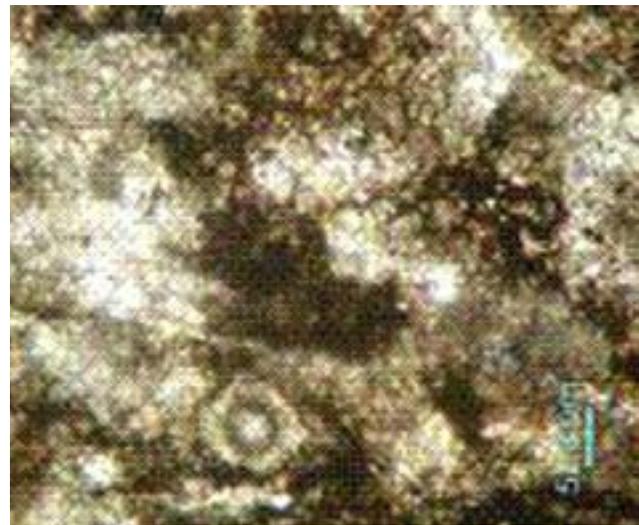
Es la más común de las microfacies y se observa tanto en la Formación Artemisa como en Sumidero. Está determinada por los abundantes moldes recristalizados de radiolarios de las formas Nassellaria y Spumellaria (Figura 11).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN



11. FIGURA

*Microfacies con radiolarios.*



12. FIGURA

*Microfacies relacionada con Calcisphaera.*

En algunas de las determinaciones paleontológicas realizadas en muestras de la Formación Artemisa se reportan la presencia de *Tintinopsella longa*, *Tintinopsella carpathica*, *Calpionella alpina*, *Calpionella* cf. *C. elliptica*, calpionelidos calcáreos recristalizados, *Nannoconus* sp., calcisferas (principalmente de la familia *Stomiosphaeridae*), cámaras embrionarias de ammonites, entre otros microfósiles, que indican una edad Jurásico Superior Tithoniano Superior - Cretácico Inferior Berriasiano o, con más precisión, Cretácico Inferior Berriasiano.

En muestras de la Formación Sumidero se presentan abundantes moldes de radiolarios, muy recristalizados, asociados a calpionelidos y *Tintinopsella longa*, que representan la edad Jurásico Superior Tithoniano Superior - Cretácico Inferior Valanginiano, probable Cretácico Inferior Berriasiano - Valanginiano.

### 2. Microfacies de *Saccocoma* - *Didemnidae*

Se encuentra en menor cuantía que la radiolárica, asociada fundamentalmente a rocas de tipo packestone biogénico. Se ha reportado también en afloramientos atribuidos a Formación Sumidero. Esta microfacies está

determinada por la abundancia de *Saccocoma*, ya sean enteros o en fragmentos de forma tabular (Ver Figura 8 C).

Se reportan como microfósiles acompañantes moldes recristalizados de radiolarios (formas *Spumellaria* y *Nassellaria*), calpionelidos también recristalizados, *Cadosina* spp., *Colomisphaera* sp., *Didemnoidea moreti*, conchas juveniles de bivalvos planctónicos, fragmentos fosilizados de peces, fragmentos de *Aptychus* y cámaras embrionarias de ammonites.

Las determinaciones paleontológicas realizadas confirman la edad Jurásico Superior Kimmeridgiano al Tithoniano Inferior, reportada por reportada por Fernández Carmona (1998) para muestras similares.

### 3. Microfacies relacionada con *Calcisphaera*

La litología más representativa de esta microfacies es el wackestone, aunque también puede estar representada en los mudstone (SP-1-4-04) (Figura 12).

Los ejemplares encontrados pertenecen a las familias *Calcisphaerulidae* y *Stomiosphaeridae*: *Colomisphaera lapidosa*, *C. carpathica* y

## FIGURA 13.

Microfacies con calpionélidos.



*Stomiosphaerina proxima*. Se relacionan con moldes de radiolarios y calpionélidos calcáreos mayormente recristalizados.

Al igual que la microfacies radiolaria, es muy posible que la microfacies relacionada con *Calcisphaera* se desarrolle tanto en el Tithoniano como en las edades más altas, en este último caso con una edad del Jurásico Superior Tithoniano Superior al Cretácico Inferior Berriasiano, o exclusivamente al Berriasiano.

#### 4. Microfacies con calpionélidos

En este trabajo se confirma la existencia de esta microfacies en la parte más alta de la Formación Artemisa y en la Formación Sumidero (Figura 13).

Pszczólkowski et al. (1987), al referirse a los sedimentos pelágicos del Berriasiano al Valanginiano de la Sierra de los Órganos, manifiesta que los depósitos del Berriasiano a la parte más baja del Valanginiano están dominados por microfacies con calpionélidos, mientras que microfacies como las de radiolarios con calpionélidos son menos comunes; y que las calizas del Valanginiano están dominadas por microfacies con calpionélidos y microfacies de calpionélidos con *Nannoconus*. Al mismo

tiempo, considera que las microfacies con radiolarios han sido dominantes en la Sierra del Rosario en estas edades.

Como resultado del estudio microfacial se pudo constatar que, aunque es habitual la ocurrencia de calpionélidos calcáreos recristalizados en la microfacies radiolaria en distintas calizas, estos pueden encontrarse en una cantidad superior comparadas con otras (CB-255 E1; E2 y CB-255 f), incluso con predominio sobre los radiolarios, los cuales pueden estar prácticamente ausentes.

Las microfacies radiolaria es la más abundante y está presente en ambas formaciones. La menos abundante en los depósitos estudiados es la microfacies relacionada con *Calcisphaera*, presente en la parte alta de Artemisa y la parte baja de Sumidero.

La microfacies de *Saccocoma* - *Didemnidae*, aunque típica del Tithoniano, ha sido reportada en cortes atribuidos a la Formación Sumidero (corte de Río Caimito).

La microfacies con calpionélidos se encuentra presente en la parte alta de Artemisa y en la Formación Sumidero.

### Caracterización bioestratigráfica y consideraciones paleoambientales de los sedimentos del Jurásico Superior - Cretácico Inferior Valanginiano en Sierra del Rosario

#### Formación Artemisa

El estudio bioestratigráfico y paleoambiental de la Formación Artemisa se basó en el análisis de 45 muestras de superficie, procedentes de las localidades Los Bermejales, Baños del Río San Juan, La Muralla (El 110), Carretera Soroa - Cinco Pesos (El 112), Rancho Mundito (EL 124), El Sábalo (El 135) y Rangel (EL 143).

En estas muestras, la presencia de *Calpionella alpina* (formas grandes) marca la edad Jurásico Superior Kimmerigiano al Cretácico Inferior Berriasiano. El contenido fosilífero reportado es el siguiente:

*Calpionella alpina* (formas grandes)

*Committosphaera pulla*

*Colomisphaera minuttissima*

*Colomisphaera lapidosa*

*Crassicolaria* aff. *C. parvula*

*Crassicolaria* aff. *C. brevis*

*Tintinnopsella carpathica*

*Nannoconus* spp.

*Stomiosphaerina proxima*

*Didemnoides* sp.

*Aptychus* sp.

*Saccocoma* sp.

Cámaras embrionarias de ammonites

Abundantes moldes de radiolarios

Foraminíferos bentónicos pequeños de la familia Miliolidae

Espinas de equinoideos

El contenido fosilífero reportado es el siguiente:

*Calpionellites darderi*

*Tintinnopsella longa*

*Calpionellopsis simplex*

*Calpionella alpina*

*Nannoconus steinmanni*

*Nannoconus* spp.

*Cadosina fusca fusca*

*Colomisphaera carpathica*

*Colomisphaera* sp.

*Stomiosphaerina proxima*

*Aeolissacus inconstans*

*Didemnoides moreti*

*Aptychus* sp.

Cámaras embrionarias de ammonites

Moldes de radiolarios

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El paleoambiente de deposición de los sedimentos del Jurásico Superior es de pie de talud a aguas más profundas, en algunos momentos intermitentemente agitadas y en otros con deposición en aguas más tranquilas de baja energía, con predominio de condiciones de baja oxigenación. La presencia de Favreina indica el aporte de elementos proveniente de ambientes más someros (Figura 14).

#### **Formación Sumidero**

El estudio bioestratigráfico y paleoambiental de la Formación Sumidero se basó en el análisis micropaleontológico de 35 muestras de superficie, procedentes de tres localidades: Este de Sierra del Rosario, Rancho Mundito - Mil Cumbres (Oeste del Mameyal) y Río Caimito. La presencia de calpionélidos indica la edad de Cretácico Inferior Berriasiano - Valanginiano.

Este complejo micropaleontológico y los resultados petrográficos indican que el ambiente de deposición de los sedimentos de la Formación Sumidero fue de pie de talud a aguas más profundas, en algunos momentos, intermitentemente agitadas y en otros con deposición en aguas más tranquilas de baja energía, con predominio de las condiciones de poca oxigenación (Figura 15). Esto coincide con lo planteado por Blanco Bustamante et al. (2002), quienes plantean que el patrón de circulación lento de las aguas característico de este tiempo geológico fue causante de condiciones de baja oxigenación; en este ambiente proliferaron microorganismos oportunistas capaces de vivir en medios poco oxigenados, como los radiolarios y el género *Nannoconus*.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

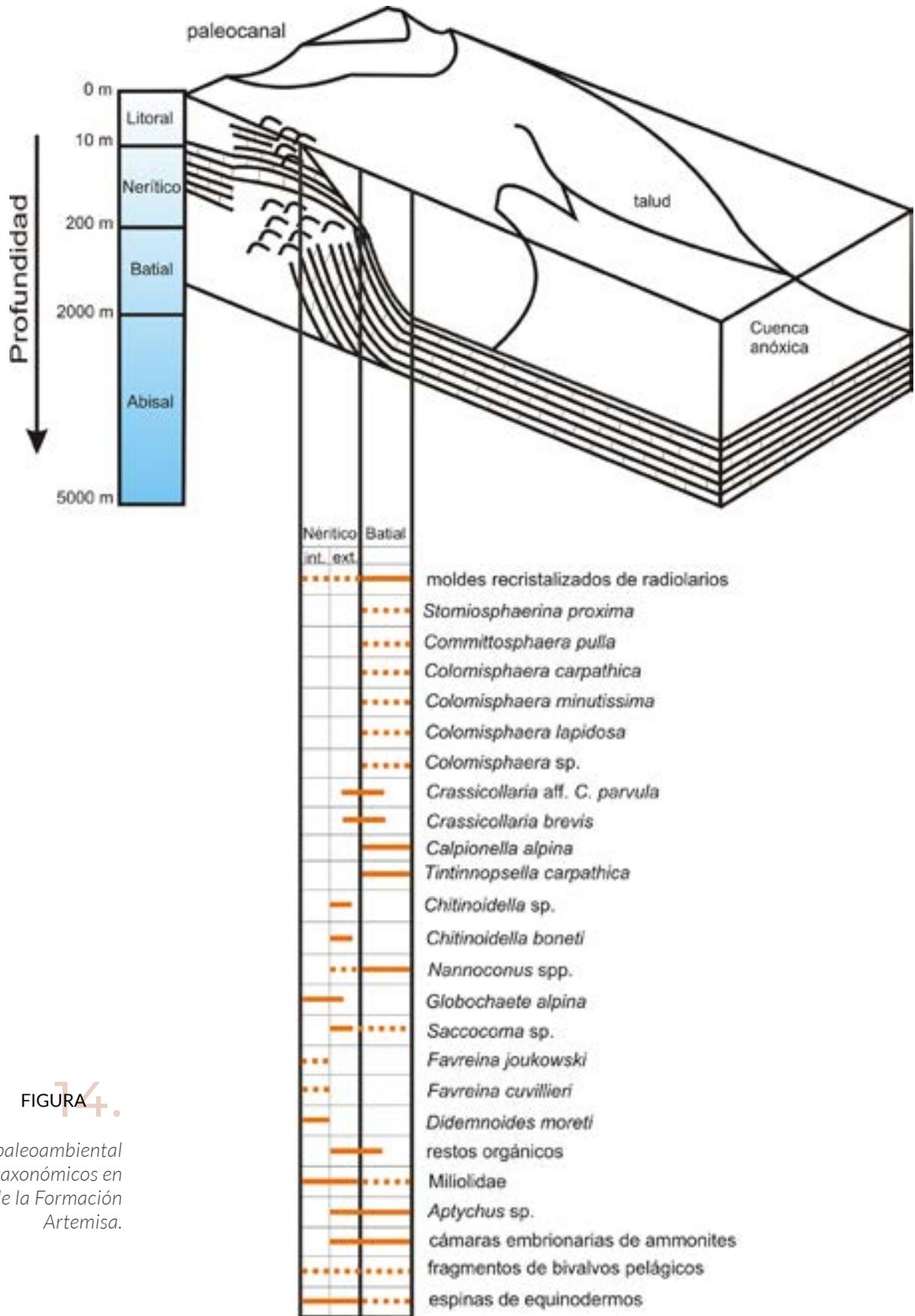
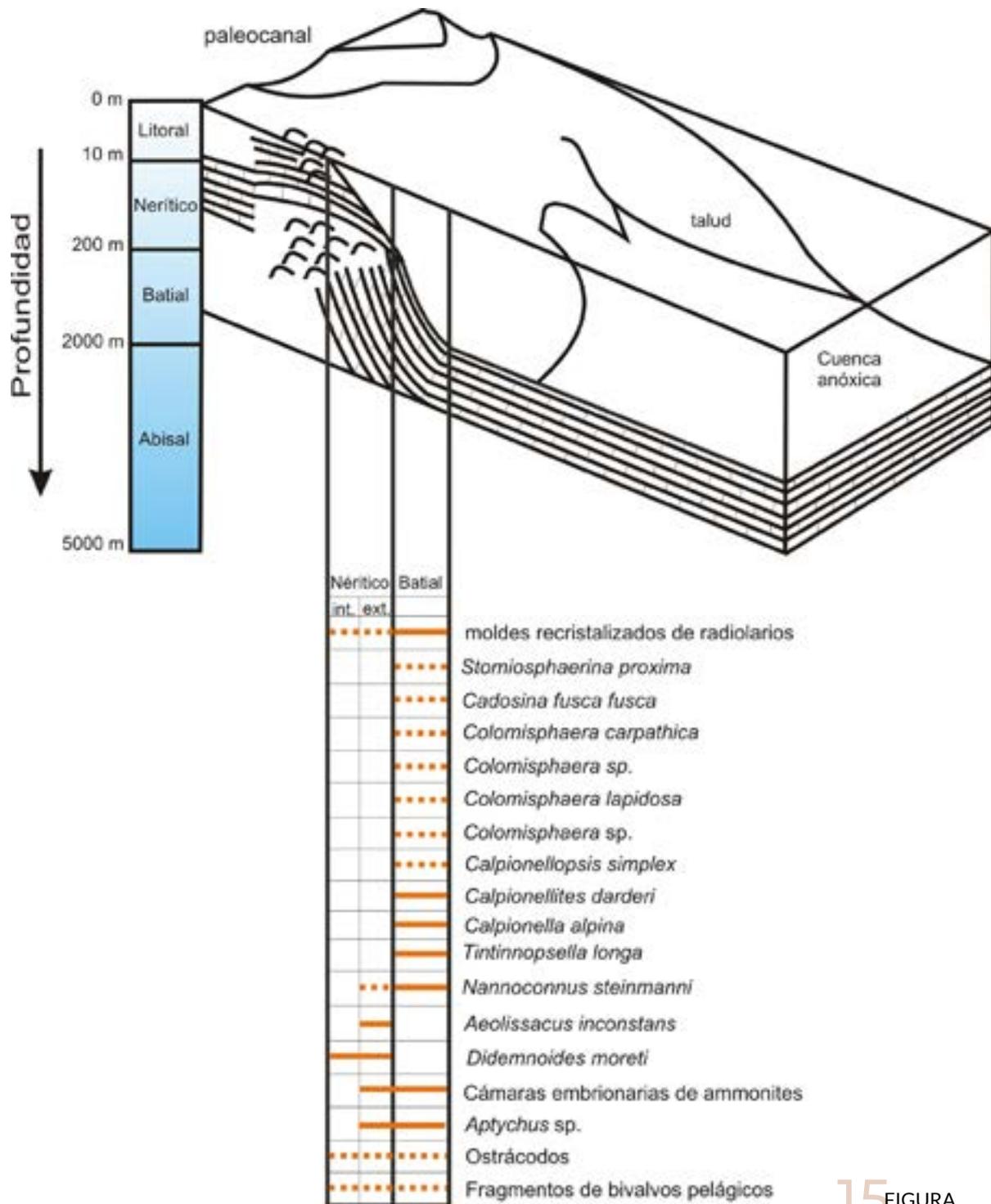


FIGURA 4.

Distribución paleoambiental de los grupos taxonómicos en los depósitos de la Formación Artemisa.



15 FIGURA

Distribución paleoambiental de los grupos taxonómicos en los depósitos de la Formación Sumidero.

**1** La edad de la Formación Artemisa, de acuerdo a su equivalencia con el Miembro La Zarza y los resultados de las determinaciones paleontológicas obtenidas en el presente trabajo, debe ser extendida hasta el Cretácico Inferior Berriasiano parte baja, hasta ahora considerada solo del Jurásico Superior, principalmente por datos de subsuelo.

2. Se estableció una correspondencia entre los tipos texturales de calizas y las variedades litológicas diferenciadas macroscópicamente en superficie en la Formación Sumidero:

a. Variedad I (Calizas finamente laminadas) y Variedad III (Calizas sin laminación), de menor aflorabilidad en el área: Tipo Textural Wackestone Bioclástico

b. Variedad II, Calizas con laminación más gruesa: Tipo Textural Mudstone Calcáreo.

3. Se confirma la presencia de las siguientes microfácies de Myzycynski y Pszczółkowski (1994):

a. Microfácies con radiolarios: considerada la más abundante, observada en ambas formaciones

b. Microfácies relacionadas con calcisferas: menos abundante en los depósitos estudiados, presente en la parte alta de Artemisa y la parte baja de Sumidero

c. Microfácies con Saccocoma: aunque típica del Tithoniano, ha sido reportada en cortes atribuidos a la Formación Sumidero (corte del Río Caimito).

d. Microfácies con calpionélidos: presente en la parte alta de Artemisa y en la Formación Sumidero.

4. A partir de los criterios de Wilson para la clasificación de los sedimentos carbonatados y del estudio de las microfácies, se confirma la existencia en los sedimentos del Jurásico Superior Kimmerigdiano - Cretácico Inferior Valanginiano de tres tipos de facies para las formaciones Artemisa y Sumidero, las dos últimas con una mayor presencia en la Formación Artemisa:

a. Facies de cuencas y condiciones neríticas de mares abiertos (cinturones faciales 1 y 2, microfácies standard 3), con predominio en ambas unidades

b. Facies de pie de talud (Cinturón Facial 3, microfácies standard 3 y 4)

c. Facies de talud frontal (cinturón facial 4 microfácies standard 4).

5. Los microfósiles encontrados en las muestras de superficie y subsuelo estudiadas permiten confirmar la edad Cretácico Inferior Berriasiano - Valanginiano atribuida a la Formación Sumidero. No obstante, muestras tomadas en corte del Río Caimito fueron datadas como Jurásico Superior - Cretácico Inferior (Berriasiano parte baja), debido a la presencia de Saccocoma, reporte no muy común en rocas de esta unidad. Esto debe ser objeto de investigaciones futuras.

6. Se identificó para la Formación Artemisa la Biozona de Crassicollaria, dada la presencia de Nannoconus junto a Crassicollaria sp., Crassicollaria aff. C. brevis, formas grandes de Calpionella alpina y Colomisphaera sp., asociación correspondiente al Tithoniano Superior.

# REFERENCIAS

- Blanco Bustamante, S., Sánchez Arango, J., Segura Soto, R., Brey del Rey, D., Villavicencio, B. (2002): *Reservorios de la Provincia de Pinar del Río, UTE Sierra del Rosario*. Archivo del Centro de Investigaciones del Petróleo (CEINPET), La Habana, Cuba. 126 p.
- Borza, K. (1969): *Die Mikrofazies und Microfossilen des Oberjuras und der Unterkreide der Klippenzone der Westkarpaten*. Bratislava: Verlag der Slowakischen Akademie der Wissenschaften. P. 154 - 299.
- Centro de Investigaciones del Petróleo (CEINPET) (1979): *Norma Ramal para la preparación de secciones delgadas de muestras de rocas*. Archivo del CEINPET, La Habana, Cuba.
- Cobiella Reguera, J., Hernández Escobar, A. (1990): *Estudio geológico de la Sierra del Rosario entre Soroa y Cayajabos, Provincias de Pinar del Río y La Habana*. Archivo de la Universidad de Pinar del Río, Cuba.
- De Huelbes, J. (Comp.) (2013): *Léxico Estratigráfico de Cuba*. La Habana: Instituto de Geología y Paleontología. 573 p.
- Dunham, R. J. (1962): Classification of carbonate rocks according to depositional texture. In: Ham, W. E. (Ed.): *Classification of carbonate rocks - a symposium*. *Am. Ass. Pet. Geol. Mem.* 1: 108 - 121.
- Embry, A. F., Klovan, J. E. (1971): A late Devonian reef tract of northeastern banks Island N. W. Territories. *Bull. Can. Petrol. Geol.* 19: 730 - 781.
- Fernández Carmona, J. (1998): *Bioestratigrafía del Jurásico Superior - Cretácico Inferior Neocomiano de Cuba Occidental y su aplicación en la exploración petrolera*. Tesis de Doctorado. Universidad de La Habana, Cuba. 90 p.
- Furrazola Bermúdez, G. (1965): *Tres nuevas especies de tintínidos del Jurásico Superior de Cuba*. Departamento Científico de Geología, Instituto Cubano de Recursos Minerales, Publicaciones especiales. 2: 1 - 39.
- Furrazola Bermúdez, G., Kreisel, K. (1973): Los Tintínidos Fósiles de Cuba. *Revista Tecnológica.* 1: 27 - 45.
- García Delgado, D. E., Gil González, S., Delgado Damas, R., Millán Trujillo, G., Peñalver, L. L., Cabrera Castellanos, M., et al. (2003): *Generalización geológica de la provincia de Pinar del Río a escala 1: 100 000*. Archivo Técnico del Instituto de Geología y Paleontología, La Habana, Cuba.
- Gil González, S., García Delgado, D., Linares Cala, E. (2005): *Análisis Microfacial Comparativo de las formaciones Artemisa y Guasasa, Cordillera de Guaniguanico, Cuba Occidental*. Archivo del Centro de Investigaciones del Petróleo (CEINPET), La Habana, Cuba. 16p.
- Lewis, J. W. (1932): *Geology of Cuba*. Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists. 16 (6): 533 - 555.
- Linares Cala, E. (2003): *Comparación entre las secuencias mesozoicas de aguas profundas y someras de Cuba Central y Occidental. Significado para la exploración petrolera*. Tesis de Doctorado. CEINPET, La Habana, Cuba. 133 p.
- Martínez, D., Fernández, R., Peláez, R., Vázquez, M., Barrios, E., Valido, A., et al. (1991). *Informe sobre los Resultados del Levantamiento Geológico y Prospección Preliminar a escala 1: 50 000 Pinar - Habana*. Archivo de la ONRM, La Habana, Cuba.
- Myczynski, R., Pszczolkowski, A. (1994): Tithonian stratigraphy and microfacies in the Sierra del Rosario, Western Cuba. *Studia Geologica Polonica.* 105: 7 - 35.
- Pszczółkowski, A. (1978): Geosinclinal sequences of the Cordillera de Guaniguanico in Western Cuba, their litostratigraphy, facies development and paleogeography. *Acta Geológica Polonica.* 28 (1): 1 - 96.
- Pszczółkowski, A., Pistrowska, K., Piotrowski, J., De la Torre, A., Myczynski, R., Haczewski, G. (1987): Secuencias miogeosinclinales de la cordillera de Guaniguanico. Litoestratigrafía, desarrollo de facies y paleogeografía. En: Pszczółkowski, A. (Ed.): *Contribución a la Geología de la Provincia de Pinar del Río*. La Habana: Editorial Científico - Técnica. 253 p.
- Wilson, J. L. (1975): *Carbonate facies in geologic history*. New York: Springer - Verlag. 471 p.