

Biohorizontes cronoestratigráficos en las facies silíceas de cuenca, Eoceno Temprano de Canasí, Cuba.

Osmany Pérez-Machado Milán¹, Lourdes M. Pérez Estrada², Evelio Linares Cala³, Sylvia T. Blanco Bustamante⁴ y Yaimeli Almaguer Álvarez⁵

¹ Ingeniero Geólogo. Máster en Geología Petrolera. Investigador Agregado. Centro de Investigación del Petróleo, Cuba, CP 10200, Cuba. Correo electrónico: milan@ceinpet.cupet.cu

² Ingeniera Geóloga. Máster en Geología Petrolera. Investigador Agregado. Centro de Investigación del Petróleo, Cuba, CP 10200, Cuba. Correo electrónico: perezl@ceinpet.cupet.cu

³ Ingeniero Geólogo. Doctor en Ciencias Geológicas. Investigador Auxiliar. Centro de Investigación del Petróleo, Cuba, CP 10200, Cuba. Correo electrónico: bello@ceinpet.cupet.cu

⁴ Licenciada en Biología. Investigador Auxiliar. Centro de Investigación del Petróleo, Cuba, CP 10200, Cuba. Correo electrónico: sblanco@ceinpet.cupet.cu

⁵ Ingeniera Geóloga. Máster en Geología Petrolera. Investigador Agregado. Centro de Investigación del Petróleo, Cuba, CP 10200, Cuba. Correo electrónico: yaimeli@ceinpet.cupet.cu

RESUMEN

Las rocas paleogénicas son importantes para la estratigrafía cubana, ya que tienen amplia distribución a lo largo del territorio nacional, con notables espesores. La situación geográfica de Cuba durante el Paleógeno, permitió que grandes extensiones del territorio se mantuvieran cubiertas por aguas profundas, las cuales propiciaron la acumulación de un gran volumen de sedimentos silíceo-arcillosos. Un ejemplo de la sedimentación paleogénica en *facies* de cuenca, se encuentra en pozos perforados del área de Canasí, en la Franja Norte Petrolera de Cuba, donde se corta una columna de sedimentos silíceo-arcillosos de más de 300 m de espesor. Los radiolarios, objeto principal de esta investigación, son el contenido principal de las asociaciones microfósilíferas y que, hasta el momento, no

contaban con un estudio detallado de los mismos. El objetivo del presente estudio es dar a conocer las características litológicas y bioestratigráficas de los cinco biohorizontes cronoestratigráficos que se reconocen. En el Laboratorio de Bioestratigrafía del Centro de Investigación del Petróleo se estudiaron 75 muestras de subsuelo en 4 pozos del yacimiento Canasí, pertenecientes a la Formación Vega Alta, al utilizar los métodos de lavado, sección en suspensión y microscopía electrónica de barrido. Como resultado se determinaron un total de 4 familias, 10 géneros y 16 especies del Orden Spumellaria y 1 familia, 13 géneros y 27 especies del Orden Nassellaria, para un total de 5 familias, 23 géneros y 43 especies de radiolarios. Se diferenciaron cinco Cronozonas de Intervalo, caracterizadas en litofacies de *claystone*-silíceo en los

cuatro pozos estudiados. La distribución biogeográfica de las asociaciones de radiolarios reportadas, indican una transición entre extremas y medias latitudes y sobrepasan los 1 000 metros de profundidad localizados en el Cinturón Facial-1 de cuenca y ambientes de aguas profundas con sedimentación lenta.

Palabras clave: radiolarios, *facies* de *claystone* –silíceo, cronozonas, Eoceno Temprano, Formación Vega Alta.

ABSTRACT

Paleogenic rocks are important for Cuban stratigraphy, since they have a wide distribution throughout the national territory, with notable thicknesses. The geographical situation of Cuba during the Paleogene, allowed large areas of the territory to remain covered by deep waters, which led to the accumulation of a large volume of siliceous-clayey sediments. An example of paleogenic sedimentation in basin facies is found in wells drilled in the Canasí area, in the North Oil Belt of Cuba, where a column of siliceous-clayey sediments more than 300 m thick is cut. Radiolaria, the main object of this research, are the main content of microfossiliferous associations and until now, they did not have a detailed study of them. The objective of this study is to present the lithological and biostratigraphic characteristics of the five chronostratigraphic biohorizons that are recognized. In the Biostratigraphy Laboratory of the Petroleum Research Center, 75 subsurface samples were studied in 4 wells of the Canasí field, belonging to the Vega Alta Formation, using the methods of washing, suspension section and scanning electron microscopy. As a result, a total of 4 families, 10 genera and 16 species of the Spumellaria Order and 1 family, 13 genera and 27 species of the Nassellaria Order were determined, for a total of 5 families, 23 genera and 43 species of radiolaria. Five Interval Chronozones were differentiated, characterized in claystone-siliceous lithofacies in the four wells studied. The biogeographic distribution of the reported radiolarian associations indicates a transition between extreme and mid-latitudes and exceeds

1 000 meters of depth located in the Facial Belt-1 basin and deep-water environments with slow sedimentation.

Key words: radiolaria, claystone facies –siliceous, chronozones, Early Eocene, Vega Alta Formation.

RESUMO

As rochas paleogênicas são importantes para a estratigrafia cubana, pois apresentam ampla distribuição em todo o território nacional, com espessuras notáveis. A situação geográfica de Cuba durante o Paleógeno, permitiu que grandes áreas do território permanecessem cobertas por águas profundas, o que levou ao acúmulo de um grande volume de sedimentos argilo-silíceos. Um exemplo de sedimentação paleogênica em fácies de bacia é encontrado em poços perfurados na área de Canasí, no Cinturão Petrolífero do Norte de Cuba, onde é cortada uma coluna de sedimentos argilo-silíceos com mais de 300 m de espessura. Os radiolários, objeto principal desta pesquisa, são o conteúdo principal das associações microfossilíferas e, até o momento, não havia um estudo detalhado das mesmas. O objetivo deste estudo é apresentar as características litológicas e bioestratigráficas dos cinco bio-horizontes cronoestratigráficos reconhecidos. No Laboratório de Bioestratigrafia do Centro de Pesquisas de Petróleo, foram estudadas 75 amostras de subsuperfície em 4 poços do campo Canasí, pertencentes à Formação Vega Alta, utilizando os métodos de lavagem, seção de suspensão e microscopia eletrônica de varredura. Como resultado, foram determinados um total de 4 famílias, 10 gêneros e 16 espécies da Ordem Spumellaria e 1 família, 13 gêneros e 27 espécies da Ordem Nassellaria, para um total de 5 famílias, 23 gêneros e 43 espécies de radiolários. Foram diferenciadas cinco Cronozonas de Intervalo, caracterizadas em litofácies argilo-silíceas nos quatro poços estudados. A distribuição biogeográfica das associações radiolárias relacionadas indica uma transição entre latitudes extremas e médias e excede 1 000 metros de profundidade localizada na bacia do Cinturão Facial-1 e ambientes de águas profundas com sedimentação lenta.

Palavras-chave: radiolários, fácies argilosa-siliciosa, cronozonas, Eoceno Inferior, Formação Vega Alta.

Introducción

La situación geográfica de Cuba durante el Paleógeno, permitió que grandes extensiones del territorio se mantuvieran cubiertas por aguas profundas, las cuales propiciaron la formación de un gran volumen de sedimentos silíceo-arcillosos, correspondientes a depósitos de cuenca de sedimentación lenta (Wilson, 1975). Un ejemplo de la sedimentación paleogénica en *facies* de cuenca se encuentra en pozos perforados en el área de Canasí, en la Franja Norte Petrolera de Cuba, donde se corta una columna de sedimentos silíceo-arcillosos, de más de 300 m de espesor.

Desde el punto de vista paleontológico, la sedimentación paleogénica en *facies* de cuenca en pozos perforados en dicha área, contiene una asociación fosilífera diversa, constituida por abundantes radiolarios.

Importantes trabajos de carácter global se enmarcan principalmente, en las décadas de los 50-70. Paralelos a estos trabajos, los esfuerzos de la Bioestratigrafía en Cuba se concentraron en el establecimiento de zonaciones bioestratigráficas cubanas.

Entre la década de los 70-80, brigadas de especialistas extranjeros (Integrantes de la Comunidad de Ayuda Mutua Económica, CAME) realizaron trabajos de levantamiento geológico, que dieron lugar a los primeros estudios de los radiolarios en Cuba.

Florez-Abín (1983 y 1986) realiza una investigación de los depósitos sinorogénicos y postorogénicos. referentes al Cretácico Tardío al Paleógeno en la región y elaboró un listado de radiolarios para Cuba enfocado en las unidades de la cuenca de *piggy back*, aunque no hace referencia a los radiolarios de la Formación Vega Alta.

Sanfilippo *et al.* (1999) efectuó una investigación bioestratigráfico con radiolarios del Paleoceno Tardío-Eoceno Temprano en la localidad de San Francisco de Paula, provincia de La Habana, en las formaciones Apolo, Capdevila y Alkázar.

Pérez-Machado-Milán *et al.* (2013) confeccionó un Atlas de Radiolarios del Paleoceno-Eoceno

de Cuba Occidental, describiéndose los principales *taxas* de este intervalo, así como una actualización de su sistemática. Posteriormente, se reconoció la existencia de una secuencia con radiolarios que se registra en las secciones cortadas del Eoceno Temprano (Pérez-Machado-Milán *et al.*, 2017, inédito) el cual establece una secuencia microfossilífera que caracterizan a los sedimentos silíceo-arcillosos en *facies* de cuenca del Eoceno Temprano en pozos perforados en el área de Canasí. Fueron asignados a estos conjuntos una edad, con base en las últimas investigaciones estratigráficas conocidas de los radiolarios y por calibración con los foraminíferos planctónicos.

Todas estas investigaciones sirvieron de precedentes a este estudio, así como, numerosos artículos publicados o presentados en diferentes eventos científicos.

Luego de la revisión bibliográfica precedente, se realiza un estudio detallado en 162 muestras, con el objetivo de dar a conocer las características litológicas y microfossilíferas de los cinco biohorizontes cronoestratigráficos que pueden reconocerse en lámina delgada, muestras de lavado y suspensión en los sedimentos silíceo-arcillosos en *facies* de cuenca del Eoceno Temprano. De acuerdo con la clasificación de Nigrini *et al.* (2001, 2006) en su descripción bioestratigráfica de radiolarios paleogénicos biomarcadores. En el estudio de dichas muestras se identifican un total 4 Familias, 10 géneros y 16 especies del Orden Spumellaria y 1 Familia, 13 géneros y 27 especies del Orden Nassellaria, para un total de cinco familias, 23 géneros y 43 especies de radiolarios en los pozos estudiados. las características litológicas y microfossilíferas de los cinco biohorizontes cronoestratigráficos que pueden reconocerse en lámina delgada, muestras de lavado y suspensión en los sedimentos silíceo-arcillosos en *facies* de cuenca del Eoceno Temprano, en pozos perforados en el área de Canasí, se resalta una vez más el potencial de los radiolarios como herramienta bioestratigráfica.

Debido al alcance no restringido de algunos radiolarios identificados, aún no se ha podido definir con precisión, todos los niveles cronoestratigráficos paleogénicos de las *facies* de cuenca. Sin embargo, bajo el microscopio se han reconocido cinco niveles de refe-

rencia o biohorizontes, que son de gran utilidad para correlaciones en pozos perforados en el área de estudio y en el resto de la Franja Norte de Crudos Pesados

Materiales y métodos

Fueron colectadas 75 muestras durante la revisión del material de los pozos Canasí 1x (1780-2030m), Canasí 3x (1 560 - 1 880 m), Canasí 4x (1 835 - 2 090 m) y Canasí 5x (2 010 - 2 050 m) el intervalo correspondiente de las litofacies de *claystone* silíceo de la Formación Vega Alta (Figura 1).

Los métodos utilizados fueron: el lavado con nafta, láminas delgadas y sección en suspensión de muestras de rocas para su estudio paleontológico o petrográfico. En el caso de la microscopía electrónica de barrido, se tuvo en cuenta la metodología de Reed (2005).

El estudio se realizó en el Laboratorio de Estratigrafía y Micropaleontología del Centro de Investigación del Petróleo (CEINPET).

Para la determinación taxonómica de las especies de radiolarios se revisaron trabajos de los siguientes autores: Florez-Abín (1983, 1986), Florez-Abín y otros (2013); Pérez-Machado-Milán y otros (2013). Para realizar las descripciones petrográficas de las rocas carbonatadas se tuvo en cuenta la clasificación de Dunham (1962). Las especies encontradas fueron analizadas y fotografiadas mediante microscopios biológico, estereoscópico y electrónico de barrido, éstos últimos en casos muy específicos.

Marco Geológico

Los sedimentos silíceo-arcillosos de *facies* de cuenca estudiados en el Eoceno Temprano, se encuentran ubicados en el Miembro Arroyo Clarita, división Temprano de la Formación Vega Alta. Los mejores afloramientos observados se reportan en forma de fajas alargadas en las provincias de Villa Clara y Sancti Spiritus (Figura 1). La Formación Vega Alta, constituye la cobertura sinorogénica de la Unidad-Tectónica Estratigráfica (U.T.E). Placetas, donde se localizan los principales reservorios y sellos. La presencia en la formación de intervalos caracterizados por rocas arcillosas, hace que se manifieste como el sello regional.

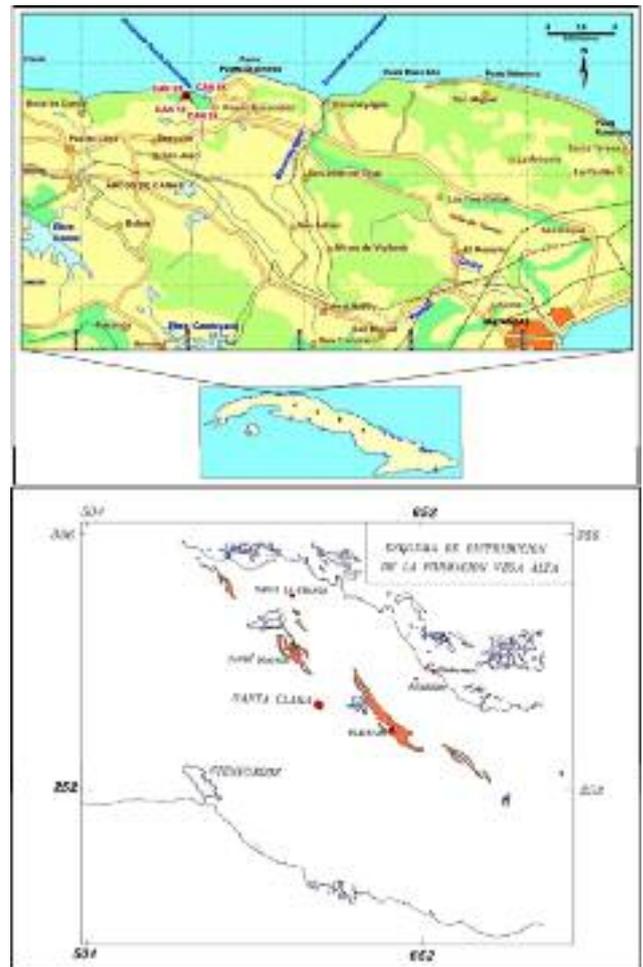


Figura 1. Mapa de ubicación geográfica de los pozos Canasí 1X, Canasí 3X, Canasí 4X y Canasí 5X y esquema de distribución de la Formación Vega Alta en Cuba Central (Tomado de G, Millán. C Pérez. García, Y. Rojas, 1998. Escala original 1:250 000).

Estratigrafía

Al tener en cuenta el estudio bioestratigráfico y sedimentológico de los *cuttings*, secciones delgadas de *cuttings* y núcleos, así como el análisis del complejo de registros geofísicos, se logró establecer y caracterizar el corte estratigráfico de los pozos estudiados. La siguiente tabla recoge los topes utilizados en cada pozo según el largo del instrumento (Tabla 1):

Descripción de los biohorizontes cronoestratigráficos
Para la determinación de las cronozonas se tuvo en cuenta el trabajo de Catherine Nigrini y Annika Sanfilippo (2001), de la *Ocean Drilling Program* (ODP) en

Pozos	Capdevila	Melange Ofiolítico	Vía Blanca	Vega Alta -1	Veloz Tardío -1	Vega Alta -2	Veloz Tardío -2	Vega Alta -3	Veloz Temprano -1	Prof. Final [m]
Can 1				1 247	2 140	3 552.8				
Can 3			345	950	2 025.2	3 248	3 265	3 501		3 650
Can 4	309.5	400.5	495.5	1 025	2 115	2 495	2 570	3 530		3 760
Can 5				1 750	2 160		2 686	3 005		3 705

Tabla 1. Topes de los pozos Canasí 1x, Canasí 3x, Canasí 4x y Canasí 5x

su expedición 320/321 del 2010 y algunos ajustes realizados por los autores.

Las rocas que se utilizan como marcador litológico de este piso en el área estudiada, no han podido ser datada con fósiles calcáreos debido a su ausencia. Sin embargo, existe otro grupo que permite afirmar que las Biozonas RP-8, RP-9 y RP-10 de radiolarios se encuentra en el intervalo del Ypresiano (Dumont, 1849; Willems *et al.* (1981) de los pozos estudiados en el área de Canasí. Además, Pérez-Machado-Milán *et al.* (2017) han reconocido dichas biozonas en el paquete inferior de la Formación Vega Alta.

El piso Ypresiano es considerado en la actualidad por la Subcomisión Internacional de Estratigrafía del Paleógeno como el piso estándar para caracterizar al Eoceno Inferior (Jenkins y Luterbacher, 1992). La base de este piso marcaría el límite entre el Paleoceno y el Eoceno, lo cual le confiere un interés para el fechado y correlación de la base del Ypresiano.

Se describen a continuación (de tope a base) las cronozonas delimitadas en los sedimentos silíceo-arcillosos de *facies* de cuenca del Eoceno Temprano, Ypresiano en los cuatro pozos estudiados. En la **Tabla 2**, se muestran las cronozonas diferenciadas en las facies estudiadas, relacionándolas con lilitología, ambientes y edad. Las primeras y últimas apariciones de un *taxón* están indicada como: «Tm»-aparición más tardía y «Bm»- aparición más temprana de un taxón:

Cronozona de Intervalo *Dictyoprora mongolfieri* RP-11 (Eoceno Temprano, Ypresiano^(b)- Eoceno Medio Lutesiano^(a))

El tope de la zona está definido por la primera aparición de *Eusyringium lagena* y coincide con el límite más bajo de la zona de *Thyrsocyrtis striacantha*.

Los bioeventos incluidos en esta zona son:

- Tm *Lamptonium fabaeforme fabaeforme*;
- Bm *Podocyrtis dorus*
- *Theocotyle cryptocephala*, *Theocotyle conica*
- El límite más bajo de esta zona es aproximadamente sincrónico con Tm *Calocyclus castum*

La base de esta zona está definida por la primera aparición de *Dictyoprora mongolfieri* coincide con el límite Tardío de la zona de *Theocotyle cryptocephala*

Cronozona de Intervalo *Theocotyle cryptocephala* RP-10 (Eoceno Temprano Ypresiano^(b))

El tope de la zona está definido por la primera aparición de *Dictyoprora mongolfieri* coincide con el límite más bajo de la zona de *Dictyoprora mongolfieri*.

Los bioeventos incluidos en esta zona son:

- *Podocyrtis acalles*, *Podocyrtis sinuosa*
- Bm *Thyrsocyrtis robusta*
- Bm *Theocotyle venezuelensis*
- El límite más bajo de esta zona es aproximadamente sincrónico con Tm *Buryella clinata*.

La base de la zona está definida por la evolución transicional de *Theocotyle-nigriniaea*-*Theocotyle cryptocephala* y coincide con el límite superior de la zona de *Phormocyrtis striata striata*.

Cronozonas (de Intervalo)	Litología	Ambiente (según temperatura)		Ambientes Sedimentarios (Wilson, 1980)	Edad
<i>Dictyoproramongolfieri</i>	Claystoneradiolítico síliceo de color pardo a pardo claro	altas latitudes	zona tropical	Cinturón Facial-1. Cuenca, ambientes de aguas profundas con sedimentación lenta. microfacies estándar-1	RP-11 (Eoceno Temprano Ypresiano ^(b) - Eoceno Medio Lutesiano ^(a))
<i>Theocotylecryptocephala</i>		latitudes medias	zona tropical y templada		RP-10 (Eoceno Temprano Ypresiano ^(b))
<i>Phormocyrtisstriatastriata</i>		latitudes extremas	zona templada		RP-9 (Eoceno Temprano Ypresiano ^(b))
<i>Buryellaclinata</i>		latitudes medias	zona tropical y templada		RP-8 (Eoceno Temprano Ypresiano)
<i>Bekomabidartensis</i>		latitudes medias	zona tropical y templada		RP-7 (Paleoceno Tardío Thanetiano ^(b) -Eoceno Temprano Ypresiano)

Tabla 2. Resultados de las cronozonas con la litología, ambientes y edad.

Cronozona de Intervalo *Phormocyrtis striata striata* RP-9 (Eoceno Temprano Ypresiano^(b))

El tope de la zona está definido por la evolución transicional de *Theocotyle nigriniaea*-*Theocotyle cryptocephala* y coincide con el límite más bajo de la zona de *Theocotyle cryptocephala*.

Los bioeventos incluidos en esta zona son:

- *Spongatractus balbis* ->*Spongatractus pachystylus*
- Tm *Lamptonium sanfilippoae*
- Bm *Thyrsoyrtis rhizodon*
- Bm *Podocyrtis diamesa*
- El límite más bajo de esta zona es aproximadamente sincrónico con Bm *Lamptonium fabaeforme constrictum*; *Phormocyrtis striata exquisita*->*Phormocyrtis striata striata*; Bm *Podocyrtis acalles*; Tm *Phormocyrtis cubensis*; Bm *Lychnocanoma bellum*.

La base de esta zona está definida por la primera aparición de *Theocorysa naclastay* coincide con el límite Tardío de la zona de *Buryella clinata*.

Cronozona de Intervalo *Buryella clinata* RP-8 (Eoceno Temprano Ypresiano)

El tope de la zona está definido por la primera aparición de *Theocorysa naclastay* coincide con el límite más bajo de la zona de *Phormocyrtis striata striata*.

Los bioeventos incluidos en esta zona son:

- Tm *Pterocodon ampla*; Tm *Bekoma bidartensis*; Tm *Buryella tetradica*; Bm. *Lithocyclia ocellus* group; Bm *Thyrsoyrtis tensa*; *Theocotylissa Alpha*; *Theocotylissa ficus*
- Bm *Calocyclus hispida*
- El límite más bajo de esta zona es aproximadamente sincrónico con Bm *Spongatractus balbis*; Bm *Lamptonium sanfi-*

lippoae; Bm *Theocotyle nigriinae*; Bm *Thyrsocyrtis hirsuta*

La base de esta zona está definida por la transición evolucionaria de *Pterocodon* (?) *Anteclinataa-Buryella clinata* y coincide con el límite Tardío de la zona de *Bekoma bidartensis*.

Cronozona de Intervalo *Bekoma bidartensis*

RP-7 (Paleoceno Tardío Thanetiano(b)-Eoceno Temprano Ypresiano)

El tope de la zona está definido por la evolución transicional de *Pterocodonante clinata* a *Buryellaclinata* y coincide con el límite bajo de la zona de *Buryella clinata*.

Los bioeventos incluidos en esta zona son:

- Bm *Theocotylissa alpha*
- Bm *Lamptonium fabaeforme chaunothorax*
- Bm *Pterocodon ?anteclinata*; Bm *Lophocyrtis jacchia*
- Bm *Calocycloma castum*; *Lamptonium pennatum* ->*Lamptonium fabaeforme*
- *fabaeforme*
- Bm *Podocyrtis papalis*
- Tm *Bekoma campechensis*

La base de esta zona está definida por la primera aparición *Bekoma bidartensis* y coincide con el límite superior de la zona de *Bekoma campechensis*.

Relación entre la composición litológica y los microfósiles

La presencia de radiolarios fósiles en un determinado tipo de sedimento no es *ipso facto* una prueba de que estos se hayan depositado en aguas profundas, sino sólo del origen pelágico de los fósiles. Las asociaciones de radiolarios fósiles pueden estar presentes en las siguientes litologías:

- Pedernales (más del 80 % de los radiolarios, conchas transformadas). Se afirma que son de aguas profundas, aunque algunos parecen haberse formado en aguas someras.
- Claystone silíceo: con un porcentaje elevado de conchas de radiolarios.

- Arcillas poco litificadas y margas arcillosas (gran preservación de los esqueletos). Se depositan en general a ~3500 m de la costa. Son sedimentos ricos en sílice.
- Argilitas calcáreas, margas calcáreas y calizas (muy mal preservados). A mayor contenido de CaCO₃ menor es la preservación de los radiolarios.
- Rocas terrígenas gruesas. Por lo general no aparecen y cuando están, en mal estado de preservación y son muy escasos.

Se ha planteado que las condiciones favorables para la multiplicación de los radiolarios están dadas en un brusco incremento de sílice por el vulcanismo, pero en la actualidad se calcula que su contribución es menor y no hay duda que existe una precipitación directa del mismo en el fondo marino (Pérez-Machado-Milán *et al.*, 2013). También a un régimen lento de sedimentación. Su formación implica fluctuaciones del Nivel de Compensación de Carbonatos (C.C.D.) a veces encima de calizas.

Por lo que las rocas descritas para los intervalos estudiados, están compuestas de *Claystone* radiolárico (**Figura 2**), poco calcáreo, gris, pardo a pardo claro, con intercalaciones de grauvacas de grano grueso hasta gránulos de serpentinitas. Silicitas que se hacen abundantes de forma relativa en este intervalo donde adquieren tonalidades verdes claras y blancas.



Figura 2. *Claystone* silíceo-arcillosos radiolárico 10x.

Conclusiones

- Se reportan en las facies silíceo-arcilloso de la Fm Vega Alta, cuatro familias, 10 géneros y 16 especies del Orden Spumellaria y una familia, 13 géneros y 27 especies del Orden Nassellaria, para un total de cinco familias, 23 géneros y 43 especies de radiolarios.
- Se diferenciaron cinco Cronozonas de Intervalo: Cronozona de Intervalo *Dictyoproramongolfieri* RP-11 (**Eoceno Temprano Ypresiano^(b)**- **Eoceno Medio Lute-siano^(a)**), Cronozona de Intervalo *Theocotylecryptocephala* RP-10 (**Eoceno Temprano Ypresiano^(b)**), Cronozona a de Intervalo *Phormocyrtisstriatastriata* RP-9 (**Eoceno Temprano Ypresiano^(b)**), Cronozona de Intervalo *Buryellaclinata* RP-8 (**Eoceno Temprano Ypresiano**), Cronozona de Intervalo *Bekomabidartensis* RP-7 (**Paleoceno Tardío Thanetiano^(b)**-**Eoceno Temprano Ypresiano**).
- El porcentaje elevado de conchas de radiolarios, están dado en los *claystone* silíceo en los cuatro pozos estudiados.
- La distribución biogeográfica de estas familias de Radiolarios transicionan entre altas y medias latitudes (zonas tropicales y templadas) y sobrepasan los 1 000 metros de profundidad.
- El corte pertenece al Cinturón Facial-1. Cuenca, ambientes de aguas profundas con sedimentación lenta. microfacies estándar-1.
- El piso Ypresiano coincide con un evento anóxico de aguas profundas, que lo caracteriza correspondiente a un marcador litológico visible en los cuatro pozos.

Referencias Bibliográficas

- Dumont A., 1849, *Rapport sur la cartegéologique du Royaume*. Bull. Acad. Roy. Sciences, 16(2): 351-373.
- 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. I: 108-121.

- Florez-Abín, E., 1983, Radiolarios de algunas formaciones del Cretácico y Paleógeno Temprano de Cuba occidental. *Revista de Ciencias de la Tierra y del espacio* 7: 3-36.
- Florez-Abín, E., 1986, Lista de Radiolarios de Cuba. Contribuciones Científicas. Museo de Ciencias «Felipe Poey». Ciudad de la Habana.
- Jenkins G. D., Luterbacher H., 1992, Paleogene stages and their boundaries (Introductory remarks). *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, 186, (1-2): 1-5.
- Millán, G., Pérez, C., García, D., 1998, El cinturón orogénico en Cuba Central. *Geología y Minería* 98. Memoria I: 423-425, CNIG. IGP, Ciudad de la Habana.
- Nigrini, C. & Sanfilippo, A., 2001, Cenozoic radiolarian stratigraphy for low and middle latitudes with descriptions of biomarkers and stratigraphically useful species, ODP Tech. Note, 27 [Online]. Available from World Wide Web: http://www.odp.tamu.edu/publications/tnotes/tn_27/index.html.
- Nigrini, C., Sanfilippo, A., and Moore, T.C., Jr., 2006, Cenozoic radiolarian biostratigraphy: a magnetobiostratigraphic chronology of Cenozoic sequences from ODP Sites 1218, 1219, and 1220, equatorial Pacific. In Wilson, P.A., Lyle, M., and Firth, J.V. (Eds.), *Proc. ODP, Sci. Results*, 199: College Station, TX (Ocean Drilling Program), 1–76. doi:10.2973/odp.proc.sr.199.225.2006
- Pérez-Machado-Milán, O., Delgado-Carballo, I., Florez-Abín, E., 2013, Atlas de Radiolarios del Paleoceno-Eoceno de Cuba Occidental. Memorias de la V Convención Cubana de Ciencias de la Tierra. ISSN 2307-499X.
- Pérez-Machado-Milán, O., Blanco Bustamante, S., Pérez Estrada, L., Linares Cala, E., Florez-Abín, E., 2017, Caracterización bioestratigráfica de las radiolaritas en la Formación Vega

Alta, Yacimiento Canasí, Franja Norte de Cru-
dos Pesados, Cuba. Memorias de la VII Con-
vención Cubana de Ciencias de la Tierra. ISSN
2307-499X.

Reed, S. J. B., 2005, Electron Microprobe Analysis
and Scanning Electron Microscopy in Geology,
Cambridge University, Cambridge, 216 pp.

Sanfilippo, A. and, Florez-Abín, E., 1999, Upper Pa-
leocene-lower Eocene radiolarian biostrati-
graphy of the San Francisco de Paula section,
western Cuba: Regional and global comparison.
In: Fluegeman, R., and Aubry, M.-P., (Eds.),

Lower Paleogene Biostratigraphy of Cuba. Mi-
cropaleontology 45 (2): 57-82.

Willems W., Bignot G., Moorkens Th., 1981, *Ypre-
sian*. Bull. Inf. Geol. Bassin de Paris, Mem. 2:
267-299.

Wilson, J. L., 1975, Carbonate facies in geologic his-
tory. Springer-Vorleg, Berlin-Helderbergh-New
York: 471pp.

