

Grupo Puerto Esperanza. Propuesta para su admisión en el Léxico Estratigráfico de Cuba

Evelio Linares Cala¹ y Yeniley Fajardo Fernández²

¹ *Ingeniero geólogo. Doctor en Ciencias Geológicas. Investigador Auxiliar. Centro de Investigación del Petróleo (Ceinpet). Churrucá, No.481, e/ Vía Blanca y Washington, El Cerro. C.P. 12000. La Habana, Cuba. ORCID ID: ORCID 0000-0003-1246-602X. Correo E.: bello@ceinpet.cupet.cu.*

² *Licenciada en Geografía, Master en Negocios de Petróleo y Gas, Investigador Agregado. Centro de Investigación del Petróleo (Ceinpet). Churrucá, No.481, e/ Vía Blanca y Washington, El Cerro. C.P. 12000. La Habana, Cuba. ORCID ID: ORCID 0000-0002-5686-6490. Correo E.: yeniley@ceinpet.cupet.cu.*

RESUMEN

Se sugiere al Léxico Estratigráfico de Cuba (LEC), validar el Grupo Puerto Esperanza, integrado por Rocas Calcáreas del Conjunto Petrotectónico (CPT), Rocas Carbonatadas de Aguas Someras y las del CPT Rocas Carbonatadas Pelágicas, del Dominio Paleogeográfico (DP) Margen Continental Norteamericano (MCN). La investigación se justifica, debido a que el Grupo Esperanza y la Formación Esperanza, no reflejan la realidad existente en la profundidad del norte de Pinar del Río. En las unidades mencionadas, se eluden las rocas del Calloviano tardío hasta el Kimmeridgiano, descritas en pozos petroleros y que afloran al sur, representadas por las unidades litoestratigráficas: formaciones Pan de Azúcar, El Sábalo, Jagua y el Miembro San Vicente de la Formación Guasasa, del CPT Rocas Carbonatadas de Aguas Someras.

Varios geólogos reconocieron esta omisión y la necesidad de separar en unidades las rocas carbonatadas pelágicas desde el Jurásico Superior Tithoniano hasta el Cretácico Inferior Barremiano, registradas en perforaciones profundas de la región. No obstante, no presentaron una nueva propuesta. En esta comunicación, se significan como Miembro El Americano,

Miembro Tumbadero, Miembro Tumbitas y la Formación Pons. Estos componentes son descritos con la precisión de edades, fundamentados por publicaciones recientes y cuando fue posible, comparándolos con algunos de CPT similares, reconocidos en los yacimientos gasopetrolíferos cubanos. El Miembro Pan de Azúcar, se elevó a la categoría de formación.

Palabras clave: Calloviano, pozos petroleros, Grupo Puerto Esperanza, unidades litoestratigráficas, rocas carbonatadas, yacimientos gasopetrolíferos.

ABSTRACT

It is suggested to the Cuban Stratigraphic Lexicon the validation of the Puerto Esperanza Group, made up of calcareous rocks from the Shallow Water Carbonate Rocks Petrotectonic Complex (CPT) and those of the Pelagic Carbonate Rocks CPT, from the North American Continental Margin Paleogeography Domain. The investigation is justified, because the Esperanza Group and the Esperanza Formation do not reflect the existing reality in the depth of the northern strip of Pinar del Río. In the aforementioned units, the rocks from the late Callovian to the Kimmeridgian were ignored,

described in oil wells and which also outcrop to the south, represented by the lithostratigraphic units: Pan de Azúcar, El Sábalo, Jagua formations and the San Vicente Member of the Formation Guasasa, from the Shallow Water Carbonate Rocks CPT. Several geologists recognized this omission and the need to separate into units the pelagic carbonate rocks from the Upper Jurassic Tithonian to the Lower Barremian Cretaceous, recorded in deep oil wells in the region. However, he did not present a new suggestion. In this proposition, they are separated as the El Americano Member, Tumbadero Member, Tumbitas Member, and the Pons Formation. These units are described, specifying their ages based on recent publications and, when possible, comparing them with some of the similar CPTs recognized in the Cuban gas-oil fields. The Pan de Azúcar Member was elevated to the training category.

Keywords: Callovian, oil wells, Puerto Esperanza Group, lithostratigraphic units, carbonate rocks, gas-oil fields.

RESUMO

Sugere-se o Léxico Estratigráfico Cubano para validar o Grupo Puerto Esperanza, formado por rochas calcárias do Complexo Piroclástico de Rochas Carbonáticas de Águas Rasas (CPT) e as de Rochas Carbonáticas Pelágicas CPT, do Domínio Paleogeográfico da Margem Continental Norte-Americana. A investigação se justifica, pois o Grupo Esperanza e a Formação Esperanza não refletem a realidade existente no fundo da faixa norte de Pinar del Río. Nas referidas unidades, foram ignoradas as rochas do caloviano tardio ao kimmeridgiano, descritas em poços de petróleo e que também afloram a sul, representadas pelas unidades litoestratigráficas: Pan de Azúcar, El Sábalo, formações Jagua e o Membro San Vicente de a Formação Guasasa, das Rochas Carbonáticas de Águas Rasas CPT. Vários geólogos reconheceram essa omissão e a necessidade de separar em unidades as rochas carbonáticas pelágicas do Jurássico Superior Tithoniano ao Cretáceo Barremiano Inferior, registradas

em poços profundos de petróleo na região. No entanto, eles não apresentaram uma nova sugestão. Nesta proposição, eles são separados em Membro El Americano, Membro Tumbadero, Membro Tumbitas e a formação Pons. Estas unidades são descritas, especificando suas idades com base em publicações recentes e, quando possível, comparando-as com algumas das CPTs similares reconhecidas nos campos de petróleo de Cuba. O Integrante do Pan de Azúcar foi elevado à categoria de treinamento.

Palavras-chave: Caloviano, pocos de petróleo, Grupo Puerto Esperanza, unidades litoestratigráficas, rochas carbonáticas, campos de petróleo.

INTRODUCCIÓN

La última propuesta del LEC (Bernal y Gil, 2021), sugiere que la Formación Esperanza es susceptible de dividirse en otras unidades y eliminar su nombre. Las versiones del LEC (Franco *et al.*, 1992; 2013) describen la Formación Esperanza sin cambios. La atribución a Kuznetsov en: Shein *et al.*, (1980). Sin embargo, Kuznetsov denominó este conjunto rocoso Grupo Esperanza. Este geólogo reflexionó que, en la profundidad de la Unidad Tectonoestratigráfica (UTE) Esperanza, las rocas carbonatadas están imbricadas en más de un manto tectónico, cuyo espesor aparente supera los 4 000 metros. Los mantos se diferencian por la textura y estructura de sus rocas componentes. Segura *et al.*, (1985) describieron la sección carbonatada recristalizada y dolomitizada en disímiles grados, hasta constituir dolomías de mosaicos granoblásticos. Los investigadores atinaron a observar como diferente, un complejo de rocas que denominaron Formación San Ramón, con estratotipo en el pozo homónimo ente 110-3 634 m de profundidad, identificada también en el pozo Dimas 1 entre 330-3 800 m. Rocas similares se reconocen en los pozos Arroyos 1 y 2 y Río del Medio 1. La relación de fósiles permitió fechar esta formación entre el Tithoniano y Berriasiano Inferior. Quiere decir, que se trata sólo de una parte del Grupo Esperanza (en el sentido de Kuznetsov, 1980). En la actual propuesta constituye los Miembros El Americano y

Tumbadero de la Formación Guasasa. En el llamado «Libro Blanco» (SPT-Cupet, 1993), los autores observaron que, en las rocas carbonatadas del Grupo Esperanza, se describían fósiles del Jurásico Superior y Cretácico Inferior, que por aquel entonces eran atribuidos al grupo en cuestión. En ningún caso, reseñaron las rocas de facies de aguas someras que existen en los pozos petroleros de esta franja con edades del Calloviano tardío al Kimmeridgiano.

Cobiella-Reguera (2008) y Cobiella-Reguera y Oloriz (2009), reconocen que: «los cortes del Jurásico Superior–Paleoceno en la cordillera de Guaniguanico pertenecen al paleomargen mesozoico de América del Norte. Las rocas del paleomargen se presentan a todo lo largo del norte de Cuba y contienen sus principales yacimientos gasopetrolíferos» En adición opinan que ... «por tanto, estructuralmente, las capas de la Sierra del Rosario y la Zona Esperanza ocupan la misma posición. Cobiella-Reguera ha publicado varias columnas que contienen una interpretación de varios pozos de la UTE Esperanza, realizadas a partir de los datos litológicos y paleontológicos aportados en las descripciones de los núcleos de las perforaciones. Éstas le permitieron distinguir la presencia de varias unidades típicas del corte de la cordillera de Guaniguanico (formaciones San Cayetano, Artemisa, El Sábalo, Polier, entre otras). Cobiella-Reguera (2008), reflexiona sobre la similar posición estructural y la buena correlación litoestratigráfica que le permiten considerar a la Zona Esperanza (UTE La Esperanza), como la prolongación occidental de la Sierra del Rosario (Pszczolkowski, 1999; Cobiella-Reguera, 2000). Sin embargo, los autores no propusieron integrar las formaciones del Jurásico Superior y del Neocomiano, en una unidad litoestratigráfica de categoría superior, que es el tema que se está tratando.

Hacia el este, se ubican los pozos Esperanza (deberán ser llamados Puerto Esperanza), donde el denominado Grupo Esperanza (Kuznetsov, 1980), presenta variaciones faciales, significándose la disminución de los componentes terrígenos en las rocas, con predominio de calizas y presencia de niveles de dolomías con anhidritas secundarias por fracturas. El reestudio de los

pozos profundos del norte de Pinar del Río, desde el poblado de Puerto Esperanza hasta Arroyos de Mantua, permite proponer la validación de una nueva unidad litoestratigráfica con el nombre Grupo Puerto Esperanza, para incluirla en el LEC. Esta unidad, congregaría las unidades litoestratigráficas Formación Esperanza (LEC) y el Grupo Esperanza (Kuznetsov, 1980) invalidándolas, al tener en cuenta en el nuevo grupo, el total de rocas del CPT de Rocas Carbonatadas Pelágicas y el CPT de Rocas Carbonatadas de Aguas Someras, ambos del DP del Margen Continental Norteamericano (MCN). De manera que, de aguas someras, se describen las formaciones Pan de Azúcar (redefinida por Fernández-Carmona, 1998), Jagua, El Sábalo y el Miembro San Vicente de la Formación Guasasa (comparable con los paquetes IV y V de la Formación Cifuentes de la Franja Noroccidental de Hidrocarburos de Cuba (FNHC). Así, el nuevo grupo reúne las rocas carbonatadas, carbonatado-terrágenas y terrígenas, desde el Jurásico Medio Calloviano tardío hasta el Aptiano, con el nombre Grupo Puerto Esperanza, igual al de los pozos generadores del apelativo. La propuesta del nuevo grupo, considera junto con las rocas del CPT Rocas Carbonatadas de Aguas Someras, las rocas de las unidades mal definidas Formación Esperanza y Grupo Esperanza, que se corresponden al CPT Rocas Carbonatadas Pelágicas de las unidades litoestratigráficas: Miembros El Americano, Tumbadero y Tumbitas de la Formación Guasasa y la Formación Pons.

MATERIALES Y MÉTODOS

Fueron fundamentales los análisis de varios mapas geológicos a diferentes escalas y el empleo de una voluminosa bibliografía e informes geológicos sobre la estratigrafía de la región. Se destacan los mapas geológicos de la República de Cuba a escalas 1: 500 000 (Linares *et al.*, 1985) y 1: 250 000 (Albear *et al.*, 1988) con sus textos explicativos. Se empleó el Libro Estratigrafía de las zonas petroleras de la República de Cuba (Linares *et al.*, 2022) y el texto explicativo al Mapa de DP y CPT de la República de Cuba a escala 1: 500 000 (Linares y Fajardo, 2023). Se estudiaron las versiones del LEC (Franco, 1992 y 2013 y Bernal-Gil,

2021), para verificar el estado de las unidades que se incluyen en la propuesta del grupo, su existencia o no, la edad y las rocas que componen las mismas. De esta manera, se procedió a las comparaciones que fijaron las conclusiones. Se examinan decenas de artículos sobre la estratigrafía de la región de varios geólogos del grupo Cuba-Polonia (1975-2009), los levantamientos geológicos a escalas medias realizados entre 1969-1991 (Martínez *et al.*, 1991 entre otros) y las publicaciones y trabajos temáticos del Centro de Investigación del petróleo (1980-2009) y de otros investigadores del Servicio Geológico Cubano (SGC). La metodología de la Terrenoestratigrafía (Longoria, 1993), fue la base para los análisis estratigráficos que permitieron asignar las rocas de este grupo al DP del MCN y los diferentes CPT. Se analizaron columnas estratigráficas de los pozos: Caridad 4; Cayajabos 3; Dimas 1; Chacón 1; Chacón 1-X; Chacón 2; Los Arroyos 1; Martín Mesa 1; Martín Mesa 2; Martín Mesa 3; Pinar 1; Pinar 2; Puerto Esperanza 1; 2 y 3; Río del Medio 1 y San Ramón 1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se pretende repasar los nombres Esperanza, Grupo Esperanza, La Esperanza y sus connotaciones tectónicas y estratigráficas. El nombre Esperanza se ha empleado unas veces como apelativo tectónico: Unidad Tectono-Estratigráfica La Esperanza, Zona Estructuro-Facial La Esperanza o para unidades litoestratigráficas: Grupo Esperanza (Kuznetsov: en Shein *et al.*, 1980) o Formación Esperanza (LEC, Franco *et al.*, 1992, 2013). La UTE La Esperanza (SPT-Cupet, 1993), en sus inicios se denominó Zona Estructuro-Facial La Esperanza (Piotrowska, 1972). Comprende rocas en su mayoría de los DP del Prerift, Synrift y Drifting, a las que se han superpuesto mantos tectónicos del CPT Asociación Ofiolítica del DP Corteza Oceánica. Al DP del Drifting se asigna el Grupo Esperanza (Kuznetsov en Shein *et al.*, 1980), que es una unidad litoestratigráfica poco definida. Hasta el presente, se han propuesto dentro del grupo, las formaciones Castellanos, Esperanza y San Ramón, pero estas dos últimas con poca diferencia, son equivalentes. La edad del nuevo Grupo

Puerto Esperanza, se propone como Calloviano tardío-Albiano. La Formación Castellanos, se incluye en el DP del Synrift, considerándola transicional entre las rocas de este Dominio y las del DP del Drifting (MCN). El Grupo Puerto Esperanza sería entonces, representante del DP Drifting y sus CPT de Rocas Carbonatadas de Aguas Someras y Pelágicas.

Unidades Litoestratigráficas del Grupo Puerto Esperanza

Las rocas que integran el Grupo Puerto Esperanza, están descritas en partes del Grupo Esperanza (Kuznetsov, 1980) y otras que no se consideraron del intervalo Calloviano tardío-Kimmeridgiano. Su nombre proviene de los pozos petroleros Puerto Esperanza 1 y Puerto Esperanza 2, perforados en las cercanías del poblado Puerto Esperanza, provincia de Pinar del Río. Como área tipo se reconoce la región noroeste de la provincia de Pinar del Río, en una faja estrecha limitada por fallas profundas que la separa de la Sierra de los Órganos y que se extiende desde el poblado de Arroyos de Mantua hasta Puerto Esperanza, al ser el elemento principal de la UTE La Esperanza. Estas rocas, forman porciones del DP MCN que aquí consta de dos CPT: el de Rocas Carbonatadas de Aguas Someras y el de Rocas Carbonatadas Pelágicas. Al primer CPT corresponden las formaciones Pan de Azúcar, El Sábalo, Jagua y El Miembro San Vicente de la Formación Guasasa. Al segundo, los miembros El Americano, Tumbadero y Tumbitas de la Formación Guasasa y la Formación Pons (**Tabla 1**).

Formación Pan de Azúcar

Es la formación más antigua del Grupo Puerto Esperanza. El nombre Azúcar con el rango de formación, fue propuesto por Hatten *et al.* (1957) y redescrita por Pszczółkowski *et al.*, (1975), con el rango de miembro de la Formación Jagua. El patronímico proviene del mogote Pan de Azúcar en el municipio Minas de Matahambre, en cuyo flanco suroeste afloran sus rocas. De forma diferente analizó el Miembro Pan de Azúcar, Fernández-Carmona (1998), el que consideró que las rocas de este miembro, marcan la sedimenta-

ÉPOCA	EDAD/PISO	UTE ÓRGANOS		UTE LA ESPERANZA
CRETÁCICO INFERIOR	APTIANO	GRUPO PUERTO ESPERANZA	FORMACIÓN PONS	FORMACIÓN PONS: POZOS PINAR 1, DIMAS 1 (4 MANTOS TECTÓNICOS)
	BARREMIANO			
	HAUTERIVIANO			
	VALANGINIANO			
	BERRIASIANO			
JURÁSICO SUPERIOR	TITHONIANO	FORMACIÓN GUASASA	MIEMBRO TUMBITAS	POZO PINAR 1 (532-840 m, 2 790-3 080 m, 3 440-3 680 m)
	KIMMERIDGIANO		MIEMBRO TUMBADERO	POZOS SAN RAMÓN 1, LOS ARROYOS 2, RÍO DEL MEDIO 1 Y PUERTO ESPERANZA
			MIEMBRO EL AMERICANO	MIEMBRO EL AMERICANO: POZOS SAN RAMÓN 1, LOS ARROYOS 1 Y 2, RÍO DEL MEDIO 1, DIMAS 1 (4 MANTOS TECTÓNICOS), PINAR 1 (2 MANTOS TECTÓNICOS), PUERTO ESPERANZA 1 Y 2
			MIEMBRO SAN VICENTE	MIEMBRO SAN VICENTE: POZOS ESPERANZA 2 Y 3, PINAR 1, SAN RAMÓN 1, DIMAS 1, LOS ARROYOS 1 (4 MANTOS TECTÓNICOS) Y RÍO DEL MEDIO 1
JURÁSICO MEDIO	OXFORDIANO	FORMACIÓN EL SÁBALO	FORMACIÓN JAGUA	
			MIEMBRO PIMIENTA	RÍO DEL MEDIO 1
			MIEMBRO JAGUA VIEJA	RÍO DEL MEDIO 1
			MIEMBRO ZACARÍAS	RÍO DEL MEDIO 1
			FORMACIÓN PAN DE AZÚCAR	FORMACIÓN PAN DE AZÚCAR: POZO PUERTO ESPERANZA 2, SAN RAMÓN 1, RÍO DEL MEDIO 1

Tabla 1. Unidades del Grupo Esperanza, norte de Pinar del Río.

ción de carbonatos en el régimen de deriva (DP Rifting), que comenzó entre el Calloviano tardío – Oxfordiano temprano y elevó esta unidad a la categoría de formación de acuerdo con Hatten *et al.* (1957). Según su opinión, se fecha en base a la ocurrencia de *Conispirillina basilliensis*, ammonites, braquiópodos y pelecípodos. La Formación Pan de Azúcar es retomada por los investigadores del Centro de Investigación del Petróleo (Fernández-Carmona, 1998; López-Rivera, 1997; Linares, 2003, 2011, 2022, 2023), por su importancia para la búsqueda de hidrocarburos, pues ella se homologa con la Formación Smackover del este de Texas y norte del Golfo de México, conocida generadora del petróleo. La Formación Pan de Azúcar, en el sentido empleado por Fernández-Carmona (1998), coincide por sus componentes litológicos, con la Formación Azúcar propuesta por Hatten *et al.* (1957) y la Formación Pan de Herrera (1961). Fernández-Car-

mona reconoce el mismo estratotipo situado en la ladera suroccidental del mogote Pan de Azúcar. Linares (en Mormil *et al.*, 1980), estudió un excelente afloramiento de las rocas de esta unidad en las coordenadas Lambert X: 208 200 Y: 313 250 (EL-5800-80). Coordenadas Geográficas: N=22° 37' 22.08" W=83° 50' 19.13", en el sitio exacto estudiado por Hatten en 1957 (Figuras 1 y 2). Las condiciones de la sedimentación se infieren por las siguientes microfacies: pelecípodo-equinoderma, de pelecípodos y gasterópodos, de algas y pelecípodos, de pelecípodos y peloides y bioclásticaoolítica. Los autores citados, concluyeron que las calizas bioclásticas y las coquinas del Miembro Pan de Azúcar, fueron depositadas a una profundidad que oscilaba desde unos pocos metros hasta varias decenas entre las áreas de sedimentación arcilloso-aleurítica y arenosas en la proximidad de algunos bancos de arenas oolíticas.

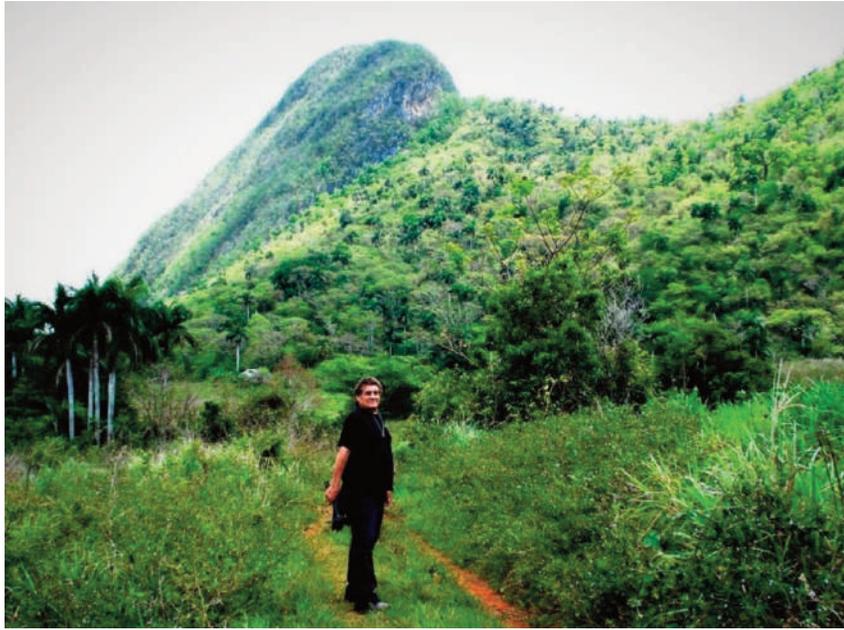


Figura 1. Mogote Pan de Azúcar, municipio Minas de Matahambre, Pinar del Río



Figura 2. Formación Pan de Azúcar en su localidad tipo. Calizas conchíferas, municipio Minas de Matahambre, provincia de Pinar del Río

Formación Pan de Azúcar en la UTE La Esperanza

En el Grupo Esperanza original, no se incluyeron las rocas del Oxfordiano-Kimmeridgiano. Estos pisos están bien representados en los pozos petroleros, razón para proponer el nuevo Grupo Puerto Esperanza. Se revelan pocos afloramientos de estas rocas en la franja Puerto Esperanza-Arroyos de Mantua. En una de las perforaciones que da nombre a la unidad, el Puerto Esperanza, 2, yace un manto sobrecorrido de edad Kimmeridgiano sobre la Formación San Cayetano, entre 1 750 y 2 410 metros. Rocas similares afloran muy cerca

hacia el sur, pertenecientes al Miembro San Vicente de la Formación Guasasa. Estas, se atribuyen al CPT Rocas Carbonatadas de Aguas Someras. De manera que, se propone invalidar la Formación Esperanza del LEC (Franco *et al.* 1992 y 2013), debido a que el conjunto de las rocas de la actual Formación Esperanza, consta en su totalidad de rocas del CPT Rocas Pelágicas que afloran en las sierras de Los Órganos y pertenecen a varias formaciones litoestratigráficas, que serán descritas. En la parte inferior de algunos pozos, se han reportado fósiles representativos de un paleo-

ambiente de mares someros (pozo San Ramón, Núcleo 21), evidenciado por fragmentos de algas y representantes de la familia Miliolidae, también en el Núcleo 42 (3 154-3 157m) espinas de Equinodermos y Textuláridos en el núcleo 39 (2 937-2 940 m).

Segura-Soto *et al.* (2002), por estudios de los pozos del norte de Pinar del Río, establecieron el Kimmeridgiano basados en la presencia de ejemplares de Favreinas. En los pozos Puerto Esperanza 2 y 3 está fechado el Kimmeridgiano, por varios núcleos. También en los pozos San Ramón 1, Dimas 1 y Los Arroyos 1. (filas de pozos de Pinar del Río). Las denominaciones Zona La Esperanza (Piotrowska, 1972) y UTE La Esperanza (SPT-Cupet, 1993), se empleará en esta comunicación sólo para facilitar la ubicación geográfica y connotación tectónica, porque no existen diferencias sustanciales con la UTE Sierra de Los Órganos y Sierra del Rosario, al considerar la composición de las rocas del MCN y las de otros DP y su correspondiente CPT Cobertura Orogénica del MCN (Linares, 2003, Cobiella, 2008 y Cobiella y Oloriz, 2009). Probablemente, la ubicación paleogeográfica de las unidades de la UTE Esperanza, se ubicaban cercanas al Bloque Yucatán, más alejadas de las partes profundas de Proto-Caribe, lo que explicaría por qué sus rocas muestran mayor contenido de elementos terrígenos componentes de las rocas carbonatadas. En el pozo Río del Medio 1, desde 1 195 hasta 4 480 metros de profundidad final (3 285 metros), se registró un corte de rocas del MCN donde están incluidas las formaciones Pan de Azúcar y Jagua, el Miembro San Vicente, además de las del CPT de Rocas Carbonatadas Pelágicas del Tithoniano y Neocomiano.

Formación El Sábalo

En Cuba Occidental se registran varios cortes de mafitas jurásicas. El caso más conocido es el de la Formación El Sábalo (Pszczolkowski, 1989). Pszczolkowski basándose en nuevos resultados que le permitían establecer la posición litoestratigráfica y edad de la misma, propuso reconocerla como una unidad formal con el nombre El Sábalo. La unidad está constituida por diabasas y basaltos con intercalaciones de espesor variable

de sedimentos carbonatados y siliciclásticos. A partir de su contenido de fósiles y posición estratigráfica bajo la Formación Artemisa y sobre la Formación San Cayetano (parte alta), la Formación El Sábalo es fechada con edad Calloviano tardío–Oxfordiano, con más probabilidad Oxfordiano tardío. En la parte norteña de la provincia de Pinar del Río, se han descrito rocas efusivas básicas, en mayor cantidad basaltos afíricos e hialobasaltos.

Formación Jagua

La Formación Jagua se expone en los alrededores del caserío La Jagua Vieja y toma su nombre del mogote homónimo apocopado, en la Sierra de Los Órganos, provincia de Pinar del Río (**Figura 3**). Incluye los miembros: Zacarías, Jagua Vieja y Pimienta. Judoley y Furrázola (1968), situaron a la Formación Jagua en todo el Oxfordiano, al describir varios géneros de macrofauna en mayor cuantía restos de peces, reptiles y numerosos ammonites. Una descripción más formalizada y amplia, se realizó por varios autores de trabajos de cartografía geológica de la provincia de Pinar del Río, quienes llamaron Formación Jagua a los depósitos calcáreos y arcilloso arenosos, que se disponen entre las formaciones San Cayetano y Guasasa. (Pszczolkowski *et al.*, 1975). De acuerdo con sus datos, la Formación Jagua consiste en esencia de micritas grises y negras, calizas margosas, areniscas y argilitas, agrupadas en cuatro conjuntos litológicos diferentes que les permitió identificar cuatro miembros: Pan de Azúcar, elevado a categoría de formación por Fernández-Carmona (1998), Zacarías, Jagua Vieja y Pimienta. El miembro Pan de Azúcar es considerado en esta investigación, como formación y se describen por separado los miembros Zacarías, Jagua Vieja y Pimienta. El espesor alcanza hasta los 160 m. En la Leyenda Zonal del Mapa Geológico de la República de Cuba escala 1: 500 000 (Linares *et al.*, 1985), situaron a la Formación Jagua en el Oxfordiano y su cartografía geológica está en la Hoja No. 1 de dicho mapa, también con esta edad se dibuja en la Hoja 10(F 17-5) del Mapa Geológico 1: 250 000 de la Academia de Ciencias de Cuba (Albear *et al.*, 1988).



Figura 3. Mogote Jagua Vieja. En la base se exponen micritas grises y negras, calizas margosas, areniscas y argilitas bien estratificadas. En la parte alta afloran calizas masivas del Miembro San Vicente de la Formación Guasasa.

Miembro Zacarías

De modo informal, estas rocas fueron nombradas «Esquistos rojos Zacarías» y publicadas por De la Nuez, 1974. Se desarrollan en los alrededores de Laguna de Piedra, teniendo su perfil tipo en el mogote Zacarías, Coordenadas Lambert: X: 223 750, Y: 316 650 Hoja topográfica: ICGC(GeoCuba), Consolación del Sur (3483 I). Como miembro de la Formación Jagua, fue propuesto por Wierzbowski en: Pszczólkowski *et al.*, 1975 y descrito con toda formalidad por Wierzbowski, 1976. El nombre proviene del mogote Zacarías, situado 5 km al norte-noreste del poblado de Viñales, municipio de Viñales, provincia de Pinar del Río.

Desde el punto de vista litológico incluye esquistos arcillosos, de color rojizo en la superficie, cubiertos de forma concordante por el miembro Jagua Vieja. Tiene intercalaciones de coquinas y limolitas. Como fósiles índices se han descrito numerosas impresiones mal conservadas de Ammonites de los géneros *Ochetoceras* y *Perisphinctes*, *Pelecípodos* de los géneros *Liostrea*, *Excogyra*, *Plicatula* y *Ostrea* de edad Jurásico Superior (Oxfordiano Medio). Existen también algunas piezas de maderas fosilizadas. Se depositó en un ambiente de plataforma marina, cercano a un delta. El espesor oscila entre 30 y 40 m.

Miembro Jagua Vieja

Este miembro fue propuesto por Herrera en 1961, el que lo reconoció en la parte media de la Formación Jagua y con posterioridad fue redescrito por Myczynski en: Pszczólkowski *et al.*, (1975). El miembro toma el mismo nombre que la formación y proviene del mogote La Jagua Vieja (**Figura 4**), ubicado a 10 km al noreste del pueblo de Viñales, provincia de Pinar del Río en las inmediaciones de cuya elevación está el holoestratotipo en las Coordenadas Lambert X: 227 850, Y: 321 300 Hoja topográfica: ICGC(GeoCuba) La Palma, 3484 II. Se desarrolla sólo en la Sierra de los Órganos, provincia de Pinar del Río.

Agrupación micritas, estratificadas de forma muy fina, oscuras, casi negras y en ocasiones gris azulosas, fuertemente bituminosas, con intercalaciones de esquistos arcilloso-margosos de color carmelitoso grisáceo, con concreciones calcáreas que contienen abundantes ammonites, a veces peces, *pelecípodos* y restos leñosos. Yace de forma concordante sobre la Formación Pan de Azúcar y el Miembro Zacarías. Está cubierto de forma concordante por el Miembro Pimienta. Como fósiles índices se describen los siguientes: *Cubaochetoceras* sp., *Discosphinctes* spp., *Euaspidoceras* sp., *Glochiceras* sp., *Ochetoceras* spp., *Perisphinctes* spp., *Vinalesphinctes* spp., Bivalvos: *Liostrea* sp., *Neocrassina* sp. Edad: Jurásico Superior (Oxfordiano Medio). Sus rocas se depositaron a una

profundidad que no excedía los 100 m, en condiciones de reducción y en las proximidades de la línea de la costa. El espesor es de alrededor de 60 metros.

Miembro Pimienta

Este miembro fue distinguido por Herrera, (1961) y redescrito con posterioridad por Pszczólkowski en: Pszczólkowski *et al.*, (1975). Ocupa la parte superior de la Formación Jagua. Toma el nombre del caserío La Pimienta, al sureste de la Sierra de Cabezas, provincia de Pinar del Río, al tener su Holoestratotipo en un corte al noroeste del caserío de Cabezas, Coordenadas Lambert: X: 202 750, Y: 298 000, Hoja topográfica: ICGC (GeoCuba) Sumidero, 3483-III. Se desarrolla en la Sierra de los Órganos, provincia de Pinar del Río. De forma litológica, agrupa micritas bien estratificadas, de color gris-azuloso a casi negras. En

ocasiones se presentan finas intercalaciones de esquistos arcilloso-margosos de color gris carmelitoso. En la base, las calizas son finas y de modo regular estratificadas en capas de hasta sesenta centímetros mientras en la parte alta del miembro, pasan a calizas oscuras de estratificación media a gruesa, alcanzando en algunas zonas espesores de dos a cuatro metros. En las calizas existe poco material terrígeno. El Miembro Pimienta, yace de forma concordante sobre los miembros Jagua Vieja y Zacarías. Está cubierto discordantemente por la conglobrecha basal del Miembro San Vicente de la Formación Guasasa (**Figuras 4 y 5**). Myczynski (1976), describió algunos ammonites en esta unidad y existen microorganismos planctónicos en sus calizas. Se distinguen: *Globochaete alpina*; los ammonites: *Glochiceras* sp., *Ochetoceras* spp., *Euaspidoceras* spp., *Cubaspidoceras* sp., *Mirosphinctes* spp., *Lame-*



Figura 4. Contacto entre el Miembro Pimienta de la Formación Jagua (parte señalada en rojo) y el Miembro San Vicente de la Formación Guasasa. Debajo el Miembro Pimienta y arriba las calizas masivas y cavernosas del Miembro San Vicente. Mogote occidental de la Puerta del Ancón, Sierra de Viñales, Pinar del Río.



Figura 5. Calizas estratificadas del Miembro Pimienta bajo la brecha basal del Miembro San Vicente, Localidad *mogote occidental de la Puerta del Ancón, Sierra de Viñales, Pinar del Río.*

llaptychus sp. La edad es Jurásico Superior (Oxfordiano Medio-Superior), depositado en una cuenca marina. Pudiera alcanzar un espesor de 60 metros.

Miembro San Vicente de la Formación Guasasa

En el Kimmeridgiano se describe el miembro San Vicente de la Formación Guasasa que se compone de rocas carbonatadas de una facies marina con profundidades someras entre 50 y 100 metros. Con la categoría de miembro de la Formación Guasasa fue propuesto por Herrera (1961). Una redescipción se hizo por Myczynski en: Pszczólkowski *et al.*, (1975,). Años más tarde, este conjunto carbonatado se incluyó en la Formación Viñales del Grupo homónimo, propuesto por Judoley en: Linares-Cala *et al.*, (1985). El corte típico de esta unidad está ubicado en el extremo suroccidental de la Sierra La Guasasa, a unos 4 km al norte del centro del poblado de Viñales, provincia de Pinar del Río.

Hasta que se reportaron por primera vez rocas neríticas de plataforma interna, en la parte baja de la Formación Cifuentes (Fernández-Carmona, 1998), se creía que el miembro San Vicente, era el único representante de tal paleoambiente en el Kimmeridgiano de Cuba. Excelentes exposiciones del miembro San Vicente se ubican en la margen oriental de la Sierra de San Vicente en forma de enormes mogotes (**Figura 6**). Este miembro congrega calizas grises claras hasta negras, con estratificación masiva o en capas gruesas, por lo general carsificadas. Entre la Formación Jagua y el miembro San Vicente, existe una brecha calcárea sedimentaria, que sirve de horizonte de separación (**Figura 6**). En el pozo Pinar 1, perforado en el valle de Pons, las rocas del miembro San Vicente fueron encontradas en ocho intervalos: 1. Wackestone de oolitas y peloides (5 055-5 200 m), que evidencia la secuencia marina somera del paquete que le sucede. Abunda Favreina salevensis. 2. Grainstone Packestone / Grainstones y escasos Mudstones calcáreos (4 380 - 5 055 m), con anhidrita y yeso. Consta además de dolomías. Abunda Favreina salevensis, aparecen abundantes fragmentos de moluscos, gasterópodos, bivalvos y placas de equinodermos. Son rocas de am-



Figura 6. Mogotes del Miembro San Vicente de la Formación Guasasa. Sierra de San Vicente

biente somero, estratificación masiva que testimonia una alta velocidad de deposición y energía de alta a moderada. 3. Mudstones calcáreos – arcillosos (4 265 - 4 380 m). Escasos fósiles. La energía disminuye, restricción del medio en condiciones anóxicas. 4. Calizas dolomíticas y dolomías (4 088-4 265 m). La biota fundamental son Favreinas mal conservadas. Ambiente Plataforma Interna, carbonatada, de aguas muy someras. Alta velocidad de sedimentación. Temperaturas tropicales. Ambiente no favorable para materia orgánica. Estos son los paquetes inferiores. Los superiores son: 5. Mudstone calcáreo – arcilloso (1 870-2 045 m), de ambiente somero bien protegido. 6. Wackestone / Packestones, Grainstones con peloides, intraclastos y bioclastos (1 550-1 870 m). Los fósiles son más abundantes, caracterizados por Favreina joukowsky. También es de aguas someras. 7. Mudstones, Wackestones / Packestones con peloides y bioclastos (1 035-1 550 m). Fauna fósil Favreina joukowski, energía más baja. 8. Mudstones / Wackestones (875-1 035 m). Velocidad de sedimentación moderada, energía baja, indica una cuenca más abierta. Se fija la edad Kimmeridgiano del Miembro San Vicente por Favreina joukowsky y Favreina salevensis. La profundidad del mar oscilaba entre 20-50 metros (aguas someras).

Formación Guasasa, Miembro El Americano

A principios del Tithoniano ocurrió un aumento del nivel del mar en Proto - Caribe, evidenciado por la deposición de carbonatos pelágicos con radiolarios, *Chitinoidea* sp., *Saccocoma* sp., cámaras embrionarias de ammonites, *Globochaete alpina*, que sugiere una profundidad de deposición superior a 100 metros, en ambiente desde nerítico externo a batial, en condiciones anóxicas, que se manifiestan por la conservación de una fina estratificación, ausencia casi total de fósiles bentónicos, abundancia de pirita y materia orgánica singenética, por lo que resultan rocas madre generadoras de petróleo. Esto fue un episodio a escala global. Sin embargo, en algunas zonas todavía se conservaron condiciones de depósitos someros, lo que se demuestra en singulares afloramientos de las sierras de Los Órganos y del Rosario. En la UTE Sierra de Los Órganos las rocas tithonianas están representadas por el miembro El Americano de la Formación Guasasa.

Los depósitos del miembro El Americano están determinados en el pozo Pinar 1 en los intervalos 3 080 - 3 245 m y 3 660 - 4 088 metros. En el núcleo 64 del pozo Pinar 1 (3 748-3 753 m), se determinaron Calpionélidos que pertenecen a la zona Crassicollaria por su asociación con *Saccocoma* sp. Las rocas del miembro El Americano son comparables a los «paquetes I, II y III» de la Formación Cifuentes (Linares, 2003, 2023). Segura-Soto, describió el miembro El Americano en el pozo Pinar 1 (Jiménez-Brunet, 1988, Linares-Cala, 2003, Linares-Cala *et al.*, 2011, 2022 y 2023) en dos mantos. De abajo hacia arriba, describe un paquete litológico: wackestone / packstone de bioclastos gruesos con escasos intraclastos (3 660-4 088 m), presencia eventual de mudstones calcáreos arcillosos y floestone / rudstones de bioclastos muy gruesos. Hay bandeamiento horizontal muy fino y abundan los radiolarios. Sugiere una lenta circulación de las aguas, poca presencia de oxígeno y pirita que comprueban la clasificación del medio ambiente anóxico. Es buena roca madre por su contenido de materia orgánica. La estratificación laminar demuestra disminución de la velocidad de sedimentación. La abundancia de *Saccocoma* sp. unida con restos de *Aptychus* sp., testimonia a favor

de un ambiente de plataforma externa entre 50 y 200 metros, porque estos microorganismos caracterizan facies transicionales someras a profundas, como ocurrió del Kimmeridgiano hacia el Tithoniano temprano.

Otro paquete del Tithoniano se distingue entre los núcleos 47 al 52. Son packstone / rudstones de bioclastos gruesos y peloides (3 145-3 245 m); wackestones/packstones de bioclastos finos y peloides (3 080-3 145 m). La litología predominante revela una energía baja con abundantes moldes recristalizados de radiolarios (parte alta del miembro El Americano) y *Saccocoma* sp. con eventuales ocurrencias de *Cadosina fusca*, esta define la edad Tithoniano, ya que la especie no baja al Kimmeridgiano.

Formación Guasasa Miembro Tumbadero

La litología diagnóstica consiste en micritas y biomicritas con frecuencia laminadas, bien estratificadas (0.1 - 0.3 metros) y calcilitas con intercalaciones de pedernal negro. El Miembro Tumbadero, aflora en varias secciones de las sierras de Viñales, Guasasa, San Vicente, del Infierno y Guacamaya entre otras. En la localidad Hacienda El Americano, el espesor del miembro alcanza cerca de 40 metros, mientras en otras secciones oscila entre 20-50 metros. Los fósiles más notables son calpionélidos de los géneros *Calpionella* y *Calpionellopsis* que fijan la edad Berriasiano. En la Hacienda El Americano, se observa el tránsito gradual del Jurásico Superior Tithoniano al Cretácico Inferior Neocomiano. En la Sierra de San Vicente se han descrito los fósiles: *Calpionella alpina* Lorenz, *Tintinnopsella* sp., *Calpionellopsis oblonga*/Cadish, *Amphorellina* sp. En la Hacienda El Americano se relacionan, además: *Calpionella* elíptica Cadisch, *Tintinnopsella carphatica*/Murg. y Filip./. En la Sierra del Infierno hay *Crassicollaria brevis* Remane, *Remaniella cadischiana*/Colom, *Remaniella dadayi* Knauer, *Calpionellopsis simplex*/Colom.

Formación Guasasa Miembro Tumbitas

El nombre procede de la localidad Tumbitas situada a unos 6 km al sur del poblado de La Palma, provincia de Pinar del Río. Esta unidad litoestratigráfica ha sido distinguida en la parte superior de la Formación Guasasa,

sobre los depósitos del Miembro Tumbadero. La sección tipo está en la hacienda El Americano. Consta de biomicritas grises claras y oscuras, hasta negras, bien estratificadas, donde se observan fenómenos de bioturbación, lo que causa que las rocas con frecuencia estén moteadas. A diferencia del miembro Tumbadero aquí no hay pedernales. Como ocurre en el miembro subyacente, en esta unidad los ammonites están mal conservados y apenas se observan. Sin embargo, los calpionélidos son abundantes. De acuerdo con los estudios de Fernández-Carmona (1998), la presencia de *Calpionellites darderi*, en estos sedimentos, indican edad Valanginiano. Por consideraciones estratigráficas correspondería a la parte inferior del Valanginiano. Psszczólkowski y Myczynski (2009), lo sitúan desde el Berriasiano Superior lo cual se admite en esta investigación. Los depósitos del Miembro Tumbitas están bien representados en el Pozo Pinar No. 1 en los intervalos 532-840 m; 2 790 - 3 080 m; 3 245-3 370 m y 3 440-3 680 m. En otros intervalos del pozo hay secciones que se atribuyen al Berriasiano (miembro Tumbadero) según opinión de Fernández-Carmona (1998).

Formación Pons

Es la formación más joven del Grupo Puerto Esperanza. El autor de la Formación Pons, fue Hatten (1957) el que agrupó las rocas del Aptiano-Turoniano en esta unidad. Entre 1978 y 1985 en los trabajos para estudios de la metalogenia de la provincia de Pinar del Río (Mormill *et al.*, 1980) y en el Mapa Geológico de la República de Cuba a escala 1: 500 000 (Linares-Cala *et al.*, 1985), se separó en el Neocomiano la Formación Cuajani, primero de forma aislada y luego como parte del Grupo Los Órganos. Rocas de esta edad fueron registradas en el único pozo petrolero perforado en la zona al sur de Pons, el pozo Pinar 1, también, en varios intervalos del pozo Dimas 1 (Figura 7).

CONCLUSIONES

- Los cortes del Jurásico Medio Calloviano tardío–Cretácico Superior Turoniano, en la Cordillera de Guaniguanico y en la UTE La Esperanza, pertenecen al DP Margen Continen-



Figura 7. Calizas de la Formación Pons en la cantera al este del poblado homónimo, municipio Minas de Matahambre, provincia de Pinar del Río.

tal Norteamericano e incluyen los Conjuntos Petrotectónicos (CPT): Rocas Carbonatadas de Aguas Someras y Rocas Carbonatadas de Aguas Pelágicas.

- Se considera la UTE La Esperanza y sus CPT como la prolongación occidental de la UTE Sierra del Rosario según se consideró hace años por Psszczólkowski, (1999) y Cobiella-Reguera, (2000).
- Las rocas carbonatadas de las UTE sierras de Los Órganos, del Rosario y la UTE La Esperanza, ocupan la misma posición estructural y su deposición original ocurrió al sur en el DP del Margen Continental Norteamericano, testimoniado por las columnas de los pozos petroleros profundos, sus datos petrológicos, paleontológicos y geoquímicos.
- Las conclusiones anteriores permiten distinguir unidades litoestratigráficas similares en las UTE La Esperanza y Órganos y proponer una nueva, con el rango de grupo en la UTE La Esperanza, que agrupa las rocas de los CPT de Rocas Carbonatadas de aguas someras y profundas de edad desde el Calloviano tardío hasta el Aptiano.

RECOMENDACIONES

De acuerdo con las reglas del Código Cubano de Nomenclatura Estratigráfica se recomienda:

- Proponer al LEC la validación del Grupo Puerto Esperanza, que congrega las formaciones: Pan de Azúcar, El Sábalo, Jagua, los miembros San Vicente, El Americano, Tumbadero y Tumbitas de la Formación Guasasa y la Formación Pons.
- Comparar esta unidad litoestratigráfica, con el Grupo Veloz de la Franja Noroccidental de Hidrocarburos de Cuba, por su importancia para la búsqueda de hidrocarburos en el occidente de Cuba.
- Validar en el LEC la elevación del Miembro Pan de Azúcar a la categoría de formación.

Agradecimientos

Se agradece al Centro de Investigación del Petróleo Minem, por permitir publicar datos de trabajos de proyectos de investigación recientes. También, se reconoce a los doctores en Ciencias, Osvaldo Rodríguez-Morán y Manuel Pardo-Echarte y a la ingeniera Dora Elisa García Delgado, por sus acertadas revisiones y observaciones al manuscrito.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albear, J. F., I. Boyanov, K. Breznyanszky, R. Cabrera, V. Chejovich, B. Echevarría, R. Flores, F. Formell, G. Franco, I. Haydutov, M. Iturralde, I. Kantchev, I. Kartashov, V. Kostadinov, G. Millán, R. Myczynski, E. Nagy, J. Oro, L. Peñalver, K. Piotrowska, A. Pszczolkowski, J., J. Rudnicki, M. Somin.,** 1988, Comisión de Unificación del Mapa Geológico de la República de Cuba escala 1: 250 000, 40 Hojas. Academia de Ciencias de Cuba. Instituto de Geología y Paleontología. Edición Instituto de Geología de la URSS.
- Astajov, K., Solianik, V.; Vasiliev, V.; Martínez, D.; Fernández, de Lara, R.; Oubina, J. Dimidov, S.; Santa María, Z.,** 1981, Levantamiento geológico en la parte noroeste de la provincia de Pinar del Río; a escala 1: 50 000: 760 kilómetros cuadrados. Oficina Nacional de Recursos Minerales, MINBAS, La Habana (inédito).
- Bernal-Rodríguez, L. y Gil-González, S.,** 2021, Propuesta nueva versión LEC, IGP-SGC, La Habana.
- Cobiella-Reguera, J. L.,** 2008, Reconstrucción palinspástica del paleomargen mesozoico de América del Norte en Cuba occidental y el sudeste del Golfo de México. Implicaciones para la evolución del SE del Golfo de México. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, v. 25, núm. 3, 2008, p. 382-401.
- Cobiella-Reguera, J. L. y Oloriz, F.,** 2009, Oxfordian–Berriasian Stratigraphy of the North American Paleomargin in Western Cuba: Constraints for the Geological History of the Proto-Caribbean and the Early Gulf of México, in: C. Bartolini and J. R. Roman Ramos, eds., *Petroleum systems in the southern Gulf of Mexico: AAPG Memoir 90*, p. 421– 451.
- Cobiella-Reguera, J. L.,** 2000, Jurassic and Cretaceous geological history of Cuba: *International Geology Review*, 42(7), 594-616.
- De La Nuez, M. L.,** 1974, Sobre la edad de los esquistos arcillosos rojizos en los alrededores del Mogote Zacarias. Provincia de Pinar del Río. Contribución a la Geología de Cuba, publicación especial No. 2 de la Academia de Ciencias de Cuba, La Habana.
- Fernández- Carmona, J.,** 1998, Bioestratigrafía del Jurásico Superior – Cretácico Inferior Neocomiano de Cuba Occidental y su aplicación en la exploración petrolera: Tesis Doctoral, Archivo del CEINPET, La Habana.
- File de los pozos de Pinar del Río: Esperanza** No. 1, 2, 3 y 4; Dimas 1; Los Arroyos 1; Los Arroyos .2 y 3; Pinar 2; Río del Medio 1; San Ramón .1. Archivo Técnico Ceinpet. La Habana.
- Franco, G. L., Acevedo, M., Álvarez, H., Artime, C., Barrientos, A., Blanco, S., Cabrera, M., Cabrera, R., Carassou, G., Cobiella-Reguera, J. L., Coutin, R., Albear, J.F.,** de

- Huelbes J., Torre A., Delgado, R., Díaz de Villalvilla, L., Díaz C., Dilla-Alfonso, M., Echevarría, B., Fernández J., Fernández G., Flores, R., Flores, E., Fonseca, E., Furrázola G., García-Delgado, D., Gil-García, S., González R. A., Gutiérrez, R., Linares-Cala, E., Milián, E., Millán G., Moncada, M., Montero, L., Orbera, L., Ortega, F., Peñalver, L. L., Perera, C., Pérez J. R., Pérez J., Pérez, E., Piñeiro, E., Recio, A. M., Sánchez-Arango J. R., Saunders, E., Segura-Soto, R., Triff, J., Zuazo A., Pszczółkowski, A., Brezsnyski, K., Slavov, I., y Myczyński, R., 1992 y 2013. *Léxico Estratigráfico de Cuba*. Centro de Nacional de Información Geológica, La Habana, 658 p. (Primera versión, 1992, inédita), tercera edición (2013). ISBN: 978-959-7117-58-2. La Habana.
- Hatten, Ch. W., 1957, Geology Report of Sierra de Los Órganos. Unpublished Report, ONRM, Minem. 140 páginas. La Habana.
- Herrera, N. M., 1961, Contribución a la estratigrafía de la provincia de Pinar del Río. *Revista de la Sociedad Cubana de Ingenieros*, N.º 1 y 2, pp. 1-24.
- Jiménez-Brunet, R., 1988, Informe final del pozo Pinar 1: Archivo del CEINPET, (File del Pozo), La Habana.
- Judoley, C. M., Furrázola-Bermúdez, G., 1968, Estratigrafía y Fauna del Jurásico de Cuba: ICRM, Instituto del Libro. La Habana, 123 p.
- Kuznetsov, V. I. y Sánchez-Arango, J. R., 1980, Estratigrafía de los sedimentos mesozoicos y cenozoicos de Cuba. En: Shein, V. S. et al.: *Constitución geológica de la República de Cuba y su plataforma marina con vistas a la evaluación de las perspectivas gasopetrolíferas*. Cap. II, Tema I: Estratigrafía. (Centro de Investigaciones Geológicas). Oficina Nacional de Recursos Minerales, MINBAS, La Habana (inédito).
- 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 Doctor en Ciencias Geológicas. Archivos Cujae y Ceinpet, La Habana.
- Linares-Cala, E. y Fajardo-Fernández, Y., 2023, Texto explicativo al Mapa de los Dominios Paleogeográficos y Conjuntos Petrotectónicos de la República de Cuba a escala 1: 500 000. IGP-SGN y Ceinpet. La Habana.
- Linares-Cala, E., García, D. E., Delgado, O. López, J. G., Strazhevich, V., 2011, Yacimientos y manifestaciones de hidrocarburos de la República de Cuba. Centro Nacional de Información Geológica. IGP- Ceinpet. 480 pp. ISBN 978-959-7117-33-9. Imprenta Palcograf, La Habana.
- Linares-Cala, E.; García-Delgado, D.; Blanco-Bustamante, S.; Fajardo-Fernández, Y.; Pérez Machado-Milán, O.; Gil-González, S.; Perera-Falcón, C., 2022, Estratigrafía de las zonas petroleras de la República de Cuba. Centro de Investigación del Petróleo. ISBN-978-959-7117-94-0.
- Linares-Cala, E.; Osadchiy, P. G.; Dovbnia, V. A.; Gil, S. , García, D. E.; García, L.M.; Zuazo, A.; González, R. ; Bello, V.; Brito, A. ; Bush, W. A.; Cabrera, M. ; Capote, C.; Cobiella, J. L.; Díaz de Villalvilla, L.; Eguipko, O.I.; Evdokimov, J.V.; Fonseca, E.; G. Furrázola, G.; Hernández, J.; Judoley, C.M.; Kondakov, L. A.; Markovskiy, B. A.; Pérez, M.; Peñalver, L.; Tijomirov, Y. N.; Vtulochkin, A. N.; Vergara, F.; Zagoskin, A. M.; Zelepugin, V. N., 1985, Mapa Geológico de la República de Cuba a escala 1:500 000. Ministerio de Industria Básica. Fábrica Cartográfica, Instituto de Investigaciones Geológicas A. P. Karpinski, Leningrado.
- Longoria, J. F., 1993, La Terrenoestratigrafía: Un Ensayo de Metodología para el Análisis de los Terrenos con un ejemplo de México: *Boletín*

- de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros Vol. XLVIII, N0.2, Julio – Diciembre, 1993, p. 30-48.
- López-Rivera, J. G.**, 1997, Importancia de las Rocas del Jurásico Superior en los Sistemas Petrolíferos de Cuba. PEMEX. Estratigrafía, Sedimentología, Diagénesis y Petrofísica de las Rocas del Jurásico Superior en México. Tampico, Tamaulipas. 3-5 nov. 1997.
- Martínez, D.; Fernández de Lara, R.; Peláez, R.; Vázquez, M.; Barrios, E.; Valido, A.; Reinoso, R.; Chang, C.; Fernández, O.; Denis, R.; Gómez, L.; García, D.; Gil, S.; Pérez, D. H.; Reyes, R.; Valdivia, M.; Núñez, R.; Pérez, R.; Piz Langs, J.**, 1991, Informe sobre los resultados del levantamiento geológico y prospección preliminar a escala 1:50 000 Pinar-Habana. Oficina Nacional de Recursos Minerales, MINBAS, La Habana.
- Mormill, S., Norman, A. Varvarov, A. Skosiriev, V. Linares-Cala, E. y Vergara, F.**, 1980, Geología y Metalogenia de la Provincia de Pinar del Río: Instituto de Geología y Paleontología, MINEM, La Habana.
- Piotrowska, K.**, 1972, La tectónica de la Sierra de Los Órganos en el área comprendida entre las localidades del Cangre, Santo Tomás, Santa Lucía, Baja y San Juan y Martínez. Actas 2: 35-38. La Habana.
- Pszczółkowski, A.**, 1989, La edad y posición de la secuencia vulcanógeno – sedimentaria (Fm. El Sábalo) en la estructura geológica de la Sierra del Rosario. Resúmenes Primer Congreso Cubano de Geología, La Habana.
- Pszczółkowski, A.**, 1999, New Data on the Lower Cretaceous microfossil and nannoconid stratigraphy in the Guaniguanico Terrane of Western Cuba: *Studia Geologica Polonica* Vo. 114, Kraków, pp. 7-33.
- Pszczółkowski, A. y R. Myczinski**, 2009, Tithonian – Early Valanginian evolution of deposition along the proto-Caribbean margin of North America recorded in Guaniguanico successions (western Cuba). *Journal of South American Earth Sciences*.
- Pszczółkowski, A.; Piotrowska, K.; Myczinski, R.; Piotrowski, J.; De la Torre, A.; Haczewski, G.**, 1975, Texto explicativo al mapa geológico a escala 1: 250 000 de la provincia de Pinar del Rio (Informe inédito). IGP de la Academia de Ciencias de Cuba, La Habana.
- Segura R.; Milián, E.; Fernández J.**, 1985, Formación San Ramón, definición de una nueva unidad litoestratigráfica en la región noroccidental de Cuba. Serie Geológica, Centro Investigaciones Geológicas, La Habana, No. 1. 1:89 - 101
- Segura-Soto, R., García, R., Pendás, M., Rodríguez, N. López, J.G.** 2002, Reservorios de la provincia de Pinar del Río, U.T.E. La Esperanza G.M. 26, Archivo del CEINPET, La Habana.
- Shein, V. S., Kuznetsov, V. I.**, 1980, Informe sobre el Tema I «Constitución Geológica de la República de Cuba y su Plataforma Marina en Relación con sus Perspectivas Gasopetrolíferas»:O.N.R.M., La Habana (Inédito).
- Simon Petroleum Technology Limited -Cupet.** 1993, The Geology and Hydrocarbon Potential of the Republic of Cuba: Anexo 3.45, Archivo del CEINPET, MINEM. La Habana.
- Sosa-Meisozo, C. y Linares-Cala, E.**, 2000, Informe de, los trabajos de campo en el Valle de Pons-Pozos de agua, Minas de Matahambre. Pinar del Rio. Archivo Técnico Ceinpet. La Habana.
- Wierzbowski, A.**, 1976. Oxfordian Ammonites of Pinar del Río province (western Cuba), their revision and stratigraphical significance. *Acta Geol. Polonica*, 26(2):137-260.