

PLIEGUES DE DESLIZAMIENTO SUBMARINO EN SEDIMENTOS Y LAVAS DE LA FORMACION EL SABALO, SIERRA DEL ROSARIO, PINAR DEL RIO

Ing. Jorge L. Cobiella Reguera, C.Dr.*

RESUMEN

La formación de un margen continental pasivo mesozoico en el sureste de la placa norteamericana, estuvo acompañada de una actividad magnética de cierta intensidad. En Cuba, la más importante manifestación conocida de este fenómeno es la Formación El Sábalo (Jurásico Superior, pre-Kimmeridgiano Superior) de la Sierra del Rosario, compuesta por diabasas y basaltos con intercalaciones sedimentarias. En muchos afloramientos, a lo largo de la carretera axial de montaña, las capas de la formación están complejamente plegadas. Estas deformaciones se originaron al deslizarse las lavas sobre el talud submarino, plegándose conjuntamente con los sedimentos.

Los fenómenos observados a lo largo de la carretera parecen estar presentes en otras áreas, por lo que este no debe ser un proceso local. La Formación El Sábalo parece ser una secuencia acumulada en el talud del margen continental Jurásico del sureste de la placa norteamericana.

Se presenta un modelo de reconstrucción paleogeográfica del margen continental del Jurásico Tardío en Cuba occidental.

INTRODUCCION

La década del 80 trajo consigo un cambio radical en las ideas sobre la geología regional de Cuba, con el triunfo en toda la línea de interpretaciones más o menos próximas a la teoría de la tectónica de placas (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7). Uno de los aspectos más interesantes de esta temática se vincula a la formación y desarrollo de un margen continental pasivo durante el Mesozoico. A este fenómeno se relaciona el hallazgo de rocas máficas que se inyectan o intercalan en los cortes del margen continental (2).

Hasta los años 70 no se conocían con certeza en nuestro país volcanitas más antiguas que el Cretácico Inferior alto, y las mismas siempre se localizaban en las secuencias de tipo eugeo-sinclinal (8, 9). En los últimos 15 años se han hallado, en medio de los cortes sedimentarios de tipo miogeosinclinal del Jurásico Superior, Cretácico Inferior, intercalaciones de volcanitas máficas, así como sus equivalentes intrusivos poco profundos (2, 10, 11, 12, 13). La ubicación de estas rocas, infrayaciendo a cortes del tipo Placetas (Fm. El Sábalo) o en la base de dicha zona (en Sierra de Camaján), (2), o bien, inter-

calados en depósitos provenientes de la erosión de una corteza siálica (Formaciones Francisco, Arroyo Cangre, Jagua, Esperanza y Sierra Verde), (10, 11, 13), hacen poco probable otro ambiente tectónico de formación que no sea un margen continental pasivo, aunque se han propuesto otros orígenes (12, 14).

Las volcanitas del margen continental casi siempre afloran en áreas bajas, y, por ello, están fuertemente meteorizadas, con pobres afloramientos, determinando esto que sus relaciones con las secuencias sedimentarias entre las que yacen no siempre pueden ser aclaradas, lo cual hace que este sea un tema poco tratado en la escasa bibliografía existente (10, 11, 12, 13).

En la recién concluida carretera axial de montaña, en las Sierra del Rosario, Pinar del Río, afloran magníficos cortes de la Fm. El Sábalo, al norte de Soroa. La denominación de Fm. El Sábalo fue propuesta por A. Pszczolkowski (15) para el corte antes conocido informalmente, primero como "complejo de diabasas de la Sierra del Rosario" (11), y, más tarde, como "secuencia vulcanógeno-sedimentaria de la Sierra del Rosario" (12).

Debido a los excelentes afloramientos a lo largo de la carretera, allí pueden estudiarse en detalle relaciones geológicas que, con el grado normal de afloramiento de estas rocas en la sierra, serían difícilmente detectables.

*Centro Universitario de Pinar del Río

Este artículo tiene como objetivo central caracterizar las deformaciones sinsedimentarias de la Fm. El Sábalo observables a lo largo de la carretera axial de montaña, al norte de Soroa, y establecer algunos aspectos de su génesis.

LA FORMACION EL SABALO EN EL MARCO GEOLOGICO REGIONAL

Las rocas de la Fm. El Sábalo fueron originalmente consideradas como ajenas al corte "miogeosinclinal" Jurásico-eocénico de la Sierra del Rosario" (12). Recientemente, tanto A. Pszc. zolkowski (15), como O. Fernández y otros (16), estiman que las rocas de la formación son parte del corte estratigráfico normal de la secuencia septentrional de la Sierra del Rosario, disponiéndose por debajo de la Fm. Artemisa. De esta forma, la Fm. El Sábalo representa la porción más baja conocida de la secuencia septentrional de la Sierra, la cual contiene un corte bastante completo entre el Oxfordiano y el Eoceno Inferior (17). El corte cretácico de la secuencia septentrional puede ser incluido, en opinión del autor, en la zona Placetas, dadas sus notables semejanzas con dicha zona estructuro-facial de Cuba central (18).

La secuencia meridional de la Sierra del Rosario, se caracteriza porque en ella están pre-

sentes las formaciones San Cayetano y Francisco (ausentes al norte), y por un corte Cretácico menos completo, con cambios faciales respecto a la septentrional [ver tabla 1 en (17)].

La tectónica de la Sierra tiene como rasgo más notable la presencia de numerosos mantos de sobrecorrimiento de limitado espesor, cada uno de los cuales posee un corte estratigráfico característico. La Fm. El Sábalo pertenece a los mantos (unidades tectónicas) septentrionales, que buzan hacia el norte bajo ángulos, a menudo, considerables (19), (Fig. 1).

Las rocas de la Fm. El Sábalo sólo han sido reportadas en la La Sierra del Rosario. De acuerdo con los nuevos datos sobre su edad y posición estratigráfica por debajo de la Fm. Artemisa (15, 16), la misma puede correlacionarse con la Fm. Francisco (donde se reportan volcánitas), (11, 17, 19), y aun con la parte superior de la Fm. San Cayetano. Ambas formaciones forman parte de la secuencia meridional de la sierra.

La edad de la Fm. El Sábalo debe ser muy similar a la de la Fm. Jagua (metamorfizada), y quizás es algo más joven que el grueso de la Fm. Arroyo Cangre, ambas del corte de las unidades tectónicas metamorfizadas de las Alturas Pizarrosas del Sur (10). En la Fm. Jagua, Piotrowski reporta un hallazgo de posibles traquibasaltos metamorfizados y algunas capitas

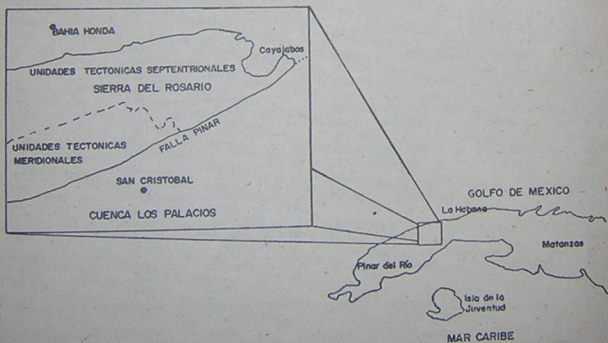


Fig. 1. Esquema geológico de la porción oriental de la Sierra de Rosario y áreas adyacentes. Datos de Pszczolkowski y Albear (12), con modificaciones.

de tufitas. En la segunda registra (10) intercalaciones de tufitas, gabroides y lamprófidos.

De lo anterior puede deducirse que el magmatismo registrado en las formaciones El Sábalo, Francisco, Arroyo Cangre y Jagua (metamorfizada), forma parte de un episodio de penetración del margen continental del sureste de Norteamérica por un magma basáltico, desarrollado a principios del Jurásico Tardío. Es posible que las rocas ígneas halladas en la Fm. Esperanza puedan también incluirse aquí.

En opinión de A. Pszczolkowski y J. F. de Albear (12), la Fm. El Sábalo es un depósito de aguas profundas, acumulado por encima del nivel de compensación del carbonato de calcio, en condiciones reductoras. El autor está de acuerdo con estos criterios, aunque más adelante se podrá apreciar que hay múltiples evidencias de la deposición de la formación sobre un fondo inclinado, hecho no considerado por los citados geólogos. Este último aspecto constituye un punto interesante e importante para una reconstrucción preliminar del margen continental y será abordado nuevamente más adelante.

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA FORMACIÓN EL SÁBALO

La Fm. El Sábalo está constituida por basaltos, gabros y diabasas, con intercalaciones de argilitas y calizas negras y, más raramente, tufitas, calizas silicificadas y aleurolitas (12, 16). Ocasionalmente se reportan dolomitas (determinadas por Arturo Hernández Escobar en muestras del autor).



Fig. 2. Localización de los afloramientos principales de la Fm. El Sábalo en la carretera axial de montaña. El trazado de caminos corresponde a la Impresión de 1965 de la hoja San Cristóbal, escala 1:50 000, complementado por datos del autor.

En el corte de la carretera axial investigado (Fig. 2), más del 80 % del espesor lo ocupan los basaltos, diabasas y gabros finos. Los datos del subsuelo de O. Fernández y otros (16) para esta área coinciden a grosso modo con este estimado. En opinión de A. Pszczolkowski y J. F. de Albear (12), que estudiaron la formación de un área mayor, los sedimentos ocupan del 20 al 40 % de su espesor. Estos mismos autores consideraron que la textura en almohadillas no aparecía con frecuencia en los basaltos y diabasas; sin embargo, en los afloramientos expuestos en la carretera, tal fenómeno es detectable en muchos casos (Fig. 3).

En afloramientos, las intercalaciones de basaltos, diabasas y gabros tienen espesores que fluctúan entre 1,5 y 30 m, aunque, ocasionalmente, el espesor puede reducirse a varios decímetros. En las columnas de pozos de O. Fernández y otros (16), los espesores (aparentes) de estas intercalaciones pueden llegar a 60 m. Cabe destacar que aunque algunas diabasas constituyen sills, las almohadillas presentes en muchas hablan a favor de un origen efusivo.

Las intercalaciones sedimentarias (Fig. 4) tienen espesores entre varios centímetros y 10-15 m. En pozos se registraron intercalaciones de hasta 30 m (aparente), (16). Es notable cómo las argilitas son la litología sedimentaria dominante en la parte inferior del corte estudiado, en tanto que la importancia de las calizas aumenta hacia las capas más jóvenes.

El corte estudiado (Fig. 2) contiene unos 100-125 m de volcánitas y sedimentos, en los que no se registró ni el piso ni el techo de la unidad. La potencia de la formación ha sido estimada en más de 200 m (12).

A todo lo largo del corte investigado, la formación presenta una yacencia bastante uniforme hacia el norte (Fig. 4), con buzamientos entre 20 y 60 grados. Abundan las grietas rellenas de bitumen.

En las calizas de la Fm. El Sábalo el autor recolectó una fauna fósil del Jurásico Superior relativamente escasa, compuesta por *Globochaete alpina*, *Didemnoidea moreti* y *Cadosinidae* sp. (punto 6, determinación de José Fernández Carmona). De acuerdo con A. Pszczolkowski, la edad de la formación es Jurásico pre-Kimmeridgiano superior (15). En opinión del autor, la información paleontológica y estratigráfica indican una edad Jurásico Superior pre-Kimmeridgiano superior para la unidad.



Fig. 3. Pillow lavas basálticas con almohadillas de varios decímetros de diámetro. Afloramiento ubicado entre los puntos 84 y 85 de la figura 2.

DEFORMACIONES SEDIMENTARIAS EN LA FORMACION EL SABALO

Un aspecto notable en la Fm. El Sábalo, y sobre el cual no hay referencias en la literatura, son las deformaciones sinsedimentarias en las que participan, conjuntamente con los sedimentos, los basaltos y diabasas, todos los cuales se mezclan en pliegues de formas más o menos complejas.

En distintos puntos es frecuente la presencia, dentro de basaltos y diabasas, de lentes de calizas y argilitas, bien estratificadas, localizadas en un mismo nivel o, incluso, en varios niveles. A veces, una observación detallada permite detectar en el interior de los lentes charnelas muy agudas, lo cual evidencia que se trata de fragmentos de pliegues incluidos en las volcanitas. La forma del lente y sus flancos se adaptan al contorno de las almohadillas (Fig. 5). No es raro hallar lenticillos de basaltos o diabasas en el interior de los sedimentos. En otros afloramientos se presentan pliegues acostados (Fig. 6), cortados por su plano axial y que con sólo el flanco normal presente (Fig. 7). Debe señalarse que alrededor de estos lentes (que pueden alcanzar varios metros de longitud en afloramientos), no se observan generalmente deformaciones de cizalladura, lo cual favorece un origen no tectónico.

Se presentan afloramientos con un plegamiento muy disarmonico (Fig. 8), hasta formar pliegues enrollados, donde el contacto efusivos-sedimentos es paralelo a la estratificación o la corta bajo un ángulo muy agudo. La observación detallada del contacto sedimentitas-efusivos muestra la penetración de los últimos en



Fig. 4. Intercalaciones de calizas y argilitas con delgadas capas de diabasas (secuencia estratificada en el centro de la foto, empacadas entre pabros de grano fino (rocas masivas, más oscuras). Afloramiento ubicado entre los puntos 83 y 84 de la figura 2.

grietas de los primeros (Fig. 9), lo cual puede llevar, finalmente, a la fragmentación y destrucción de las capas (Fig. 10).

En las intercalaciones sedimentarias se presentan pliegues de dimensiones métricas que quedan trancos dentro de los efusivos (Fig. 9), aunque pueden registrarse fragmentos de calizas y argilitas en su prolongación que permanecen como restos de la estructura diluida en las volcanitas (Fig. 8).

En otros afloramientos, con intercalaciones menos potentes, no se pueden definir pliegues con seguridad (Fig. 11), apreciándose rosarios de lentes a varios niveles.

Por último, en algunos cortes, las únicas deformaciones sinsedimentarias detectables son fallas normales, combinadas con flexiones.

EN BUSCA DE UN ORIGEN

Todas las dislocaciones descritas pudieron originarse sólo cuando las rocas envueltas en ellas poseían muy baja viscosidad. Pudiera argumentarse que esto ocurrió debido a un flujo de las rocas durante fuertes movimientos tectónicos o a un episodio metamórfico. Sin embargo, la escasez de deformaciones de cizalladura, especialmente en los contactos, y la ausencia de metamorfitas, invalidan estos alegatos.

Por otra parte, la gran fluidez demostrada por las volcanitas, evidenciada por sus contactos irregulares con las rocas estratificadas y su involucración en el plegamiento, deja como única explicación posible la deformación simultánea de lavas y sedimentos, durante la penetración del magma basáltico en una pila sedimentaria no totalmente consolidada.

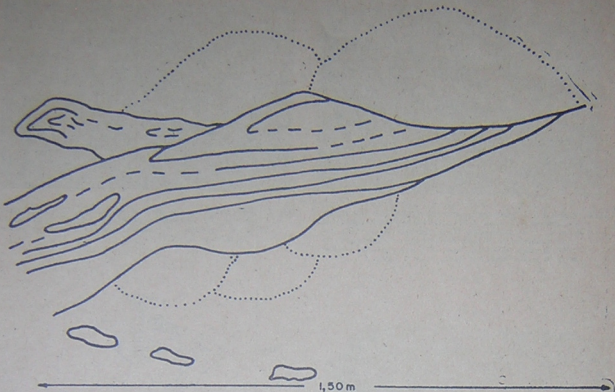


Fig. 5. Lente de calizas, que contiene un fragmento de un pliegue acostado. Afloramiento ubicado entre los puntos 85 y 85 H en la figura 2. Las líneas de punto señalan el contorno de las almohadillas.

Los pliegues acostados y tumbados, el plegamiento muy disarmonico, así como las fallas normales, de indudables origen sinsedimentario, ponen de manifiesto la existencia de un talud en el fondo marino donde se acumuló la Fm. El Sábalo. El magma basáltico, inyectado a través de grietas y fallas, pudo ascender y derramarse sobre el talud, deslizándose según la pendiente.

Debido a su mayor densidad y a la fluidización de los sedimentos provocada por la vaporización del agua en los poros (20), la lava comenzó a hundirse en los depósitos, a la vez que avanzaba, mezclándose íntimamente con estos en forma de complicados pliegues disarmonicos. Este mismo proceso pudo ocurrir en los sills inyectados según los planos de estratificación, que debieron buzar en dirección del talud (Fig. 3).

Los pliegues sinsedimentarios arrojan información sobre la yacencia del talud en que se generaron (21). Los ejes de estos pliegues, una vez suprimidas las rotaciones tectónicas que

sufrieron las capas donde se encuentran, indicarán la dirección (rumbo) de la paleopendiente local y, tras un tratamiento estadístico de mediciones (10) es limitado, se debe destacar que el 60 % de los resultados no se apartan más de 35° de la línea este-oeste, lo cual sugiere una probable orientación cercana a la latitudinal para el rumbo de la paleopendiente en la pequeña área estudiada.

Aunque el resultado es de un valor limitado, la medición de este y otros elementos estructurales vinculados a la deformaciones sinsedimentarias de la Fm. El Sábalo, en toda su área de afloramiento debe arrojar datos de enorme interés para la paleogeografía de finales del Jurásico en Cuba occidental.

Rasgos similares a los del corte de la carretera de montaña los presenta la Fm. El Sábalo en una cantera abandonada, al norte de Soroa, y en el río San Cristóbal, si bien los afloramientos son más limitados y no fueron estudiados en detalle por el autor.



Fig. 6. Pliegues de un horizonte sedimentario (rocas de tonos claros, estratificadas) de cerca de 1 metro de espesor, emparedado entre lavas en almohadilla (rocas oscuras). El contacto basaltos-sedimentos en el techo del horizonte es concordante, en tanto las capas se acuñan hacia el extremo inferior izquierdo de la figura. Localidad: punto 7 en la figura 2.



Fig. 7. Pliegue acostado, cortado por su plano axial. Los basaltos envuelven por completo el pliegue. La piqueta ilustra la escala del fenómeno. Afloramiento ubicado unos 200 m al este de 85 II en la figura 2.

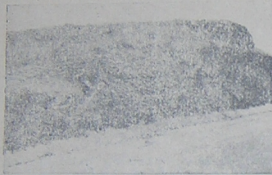


Fig. 8. Pliegues muy fragmentados. Las rocas de tonalidades más claras son calizas y argillitas estratificadas, con micropiegues sinsedimentarios. Las oscuras son diabasas, con almohadillas poco definidas o rotas. Las capas sedimentarias han sido cortadas y "flotan" en las diabasas (ver detalle en la figura 10). Punto 6 en la figura 2.



Fig. 9. Charnela de pliegue truncada en basaltos. Observe la penetración de los sedimentos en el flanco invertido, y el pequeño rosario de lenticillos de calizas envueltos por los basaltos. El punto se encuentra al oeste del afloramiento 7 en la figura 2.

Si las dislocaciones sinsedimentarias no son un fenómeno meramente local, sino se extienden a todo el volumen de la Fm. El Sábalo, la misma debió acumularse probablemente en el talud del margen continental norteamericano, en el cual los depósitos de las formaciones Arroyo Cangre, Jagua y Francisco, correlacionables con ella y con vestigios de actividad magmática, ocupaban posiciones más someras (17). Esto permite presentar la propuesta de modelo geológico esquemático para el margen continental en Cuba occidental recogida en la Fig. 12. Los diques, que cortan las rocas más antiguas en la figura, no han sido registrados en superficie, pero pueden estar relacionados con los diques de diabasas de edades entre 163 y

165 M.A. (22), que cortan el basamento del Golfo de México en el Alto de Catoche, al NW de Pinar del Río.

CONCLUSIONES

1. Las capas de la Fm. El Sábalo expuestas en la carretera axial de montaña, al NW de Soroa, presentan numerosas dislocaciones sinsedimentarias. El complejo plegamiento y las características de los contactos efusivos-sedimentos

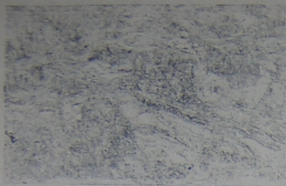


Fig. 10. Brecha con grandes bloques de sedimentos estratificados (algunos de ellos plegados) mezclados con almohadillas (o sus fragmentos) de diápsiras brechosas (rocas oscuras en la foto). La piqueta revela la escala del fenómeno. La foto ilustra un estado muy avanzado del proceso de disgregación de los horizontes sedimentarios.



Fig. 11. Lentes de calizas y argilitas bien estratificadas (rocas claras), intercalados en pillow lavas. La localidad corresponde al punto 84 de la figura 2.

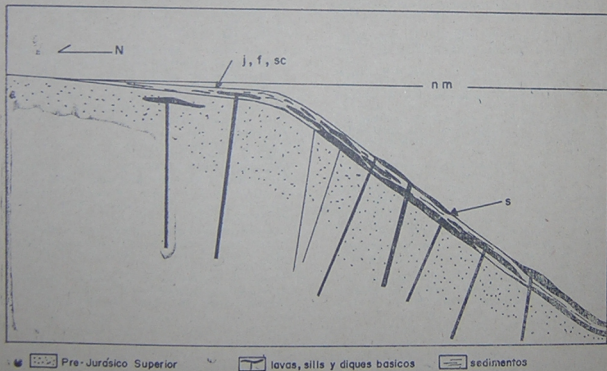


Fig. 12. Perfil paleogeográfico del Ordoviciano inicial en el margen continental de Pinar del Río. Los sedimentos de las formaciones San Cayetano (sc), Jagua (j) y Francisco (f), se depositaron en mares neríticos o batiales someros (17); en tanto la fm. El Sabalo se acumuló en el talud continental.

indican que la deformación ocurrió cuando las diabásas y basaltos que participan en los pliegues estaban en estado de fusión.

2. En la pequeña área estudiada las deformaciones se originaron por sucesivos deslizamientos submarinos de lavas y sedimentos. Tal fenómeno posiblemente se encuentra extendido a todo el volumen de la formación. De ser así, la Fm. El Sábalo se acumuló en el talud del margen continental, y no en el fondo de una cuenca marginal (12). La formación tampoco constituye el miembro superior de la asociación ofiolítica como ha sido propuesto (23), dada su falta de vinculación con los restantes miembros de las ofiolitas.

3. La Fm. El Sábalo forma parte de una serie de unidades sedimentario-vulcanógenas, donde participan también las formaciones Arroyo Cangre, Jagua y Francisco, acumuladas, a inicios del Jurásico Tardío, en el margen continental de Norteamérica.

BIBLIOGRAFIA

1. ITURRALDE-VINENT, M. *Nuevo modelo interpretativo de la evolución geológica de Cuba*. Ciencias de la Tierra y el Espacio No. 3, pp. 51-90, 1981.
2. ITURRALDE-VINENT, M. *Características generales del magmatismo de margen continental de Cuba*. Revista Tecnológica, Vol. XVIII, No. 4, pp. 17-24, 1988.
3. ITURRALDE-VINENT, M. *Naturaleza geológica de Cuba*. Editorial Científico-Técnica, Ciudad de La Habana, 1988.
4. ITURRALDE-VINENT, M., E. TCHOUNEY y R. CARRERA (Redactores). *Geología del territorio Ciego de Avila-Tunas*. Informe inédito. Instituto de Geología y Paleontología, 1989.
5. PSZCZOLKOWSKI, A. y R. FLORES. *Fases tectónicas del Cretácico y del Paleógeno en Cuba occidental y central*. Bulletin of the Polish Academy of Sciences, Vol. 34, No. 1, pp. 95-111, 1986.
6. PSZCZOLKOWSKI, A. *Paleogeography and Paleotectonic evolution of Cuba and adjoining areas during the Jurassic-Early Cretaceous*. Annals Societatis Geologorum Poloniae, Vol. 57, pp. 127-142, 1987.
7. SHIN, V., K. KLESCHOV y OTROS. *Mapa tectónico de Cuba, escala 1:500 000*. Revista Tecnológica, Vol. XV, Serie Geológica, No. 1, pp. 37-40, 1985.
8. CORIELLA REGUERA, J. *Curso de Geología de Cuba*. Editorial Pueblo y Educación, Ciudad de La Habana, 1984.
9. KHUDOLEY, K. y A. MEYERHOFF. *Paleogeography and geological history of Greater Antilles*. Geological Society of America, Memoir, 129, 1971.

10. PIOTROWSKI, J. *Primeras manifestaciones del vulcanismo en el geosinclinal cubano*, pp. 163-169. En: Contribución a la geología de la provincia de Pinar del Río. Editorial Científico-Técnica, Ciudad de La Habana, 1987.
11. PIOTROWSKI, J. *La actividad volcánica en el Mesozoico y Paleógeno (?) de la provincia de Pinar del Río*, pp. 157-162. En: Contribución a la geología de la provincia de Pinar del Río. Editorial Científico-Técnica, Ciudad de La Habana, 1987.
12. PSZCZOLKOWSKI, A. y J. F. DE ALBA. *La secuencia vulcanógeno-sedimentaria de la Sierra del Rosario, provincia de Pinar del Río*. Ciencias de la Tierra y del Espacio, No. 6, pp. 41-52, 1983.
13. SOMIN, M. y G. MILLAN. *Geología de los complejos metamórficos de Cuba (en ruso)*. Editorial Nauka, Moscú, 1981.
14. SIMÓN MÉNDEZ, A. *El extremo occidental del arco septentrional cubano*. Boletín de Geociencias, Vol. 2, No. 1, 1987.
15. PSZCZOLKOWSKI, A. *La edad y posición de la secuencia vulcanógeno-sedimentaria (Formación El Sábalo) en la estructura geológica de la Sierra del Rosario (Cuba occidental)*. Resúmenes y programas del Primer Congreso Cubano de Geología, p. 66. Ciudad de La Habana, 1989.
16. FERNÁNDEZ, O., S. GIL, D. GARCÍA. *La secuencia vulcanógeno-sedimentaria de la Sierra del Rosario y su relación con otros vulcanismos de la provincia de Pinar del Río*. Inédito, 1989.
17. PSZCZOLKOWSKI, A. *Secuencias miogeosinclinales de la Cordillera de Guaniguanico*. Litoestratigrafía, desarrollo de facies y paleogeografía, pp. 5-84. En: Contribución a la geología de la provincia de Pinar del Río. Editorial Científico-Técnica, Ciudad de La Habana, 1987.
18. PSZCZOLKOWSKI, A. *Secuencia estratigráfica de Placetas en el área limítrofe de las provincias de Matanzas y Villa Clara (Cuba)*. Bulletin of the Polish Academy of Sciences, Vol. 34, No. 1, pp. 67-79.
19. PSZCZOLKOWSKI, A. y OTROS. *Texto explicado del mapa geológico a escala 1:250 000 de la provincia de Pinar del Río (inédito)*. Instituto de Geología y Paleontología, 1975.
20. LORENZ, B. *Mud-magma interaction in the Dunnage Melange, Newfoundland*. En: Marginal Basin Geology (editores B. Kokelaar y M. Howells), pp. 171-277. Blackwell Scientific Publications, 1984.
21. GRABZINSKI, R., A. KOSTECKA, A. RADOMSKI, R. UNRUG. *Sedimentología (en ruso)*. Editorial Nedra, Moscú, 1980.
22. SCHLAGER, W., R. BUFLER y OTROS. *Deep Sea Drilling Project, Leg 77, southeastern Gulf of Mexico*. Geological Society of America Bulletin, Vol. 95, No. 2, pp. 226-236, 1984.
23. FONSECA, E. *Geoquímica de la asociación ofiolítica de la provincia de Pinar del Río*. Revista Tecnológica, Vol. XVIII, No. 4, pp. 3-16, 1988.