



CONTRIBUCIÓN A LA ESTRATIGRAFÍA DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS DE CUBA

Contribution to stratigraphy of Cuban quaternary deposits

M. Cabrera y L. L. Peñalver

*Instituto de Geología y Paleontología. Vía Blanca y Carretera Central. Ciudad de La Habana,
11000 CUBA. Fax: (537) 55 70 04. E-mail igpcnig@ceniai. Inf. cu.*

Resumen: Sobre la base de las últimas investigaciones realizadas se han introducido cambios en la columna estratigráfica de los depósitos cuaternarios de Cuba. Fueron introducidas dos nuevas formaciones carbonáticas-Alegrías y Guillermo. También se nominó como formación a la unidad informal brecha El Salado, y la Fm. La Cabaña se extendió hasta lo que había sido considerado por algunos autores como Jaimanitas Superior. Fueron desestimadas dos formaciones-Cayo Piedras y Punta del Este- y cinco miembros. También se confirmó la idea de la existencia de estadios regresivos y transgresivos durante el Wisconsin, representados por las formaciones La Cabaña y El Salado, respectivamente. A luz de los nuevos datos se pudo considerar que de las hipótesis planteadas sobre los cambios climáticos en Cuba, como son: coincidencia glaciación/aridez, existencia de períodos pluviales y la existencia de un Pleistoceno Húmedo y un Pleistoceno Seco, la única que está geológicamente argumentada es esta última.

Palabras Clave: Formaciones, Pleistoceno, Holoceno, Transgresión, Regresión, Paleoclima.

Abstract: According of new data obtained by various researches, related to elucidate paleoclimatic variations during cuban Quaternary as well as to contribute with the new Cuban Stratigraphic Lexicon, some changes were introduced on the stratigraphic column of quaternary deposits of Cuba. There are two new carbonate litostratigraphic units: Alegrías and Guillermo formations. It was also named as a formation the informal term Brecha Salado. Also La Cabaña formation now contains what some authors considered the Upper Jaimanitas. Two formations werw not accepted: Cayo Piedras and Punta del Este and various members of the farmer formation. The present authors establish at least two stages: one transgressive and other regressive, during Wisconsin represented by La Cabaña and El Salado units.

The great knowledge of stratigraphy and its analysis permits to consider that among the three analyzed hypothesis around climatic changes in Cuba, like:coincidence glaciation-aridite, existence of pluvial periods y existence two pleistocens, the only that is geologically argueded is that to establish the existence of wet Pleistocene (age pre-Jaimanitas Formation) and a dry Pleistocene (post-Jaimanitas Formation).

Key words: Formations, Pleistocene, Holocene, Transgressions, Regressions, Paleoclima.



Cabrera, M. y Peñalver, L. L. (2001). Contribución a la estratigrafía de los depósitos cuaternarios de Cuba. *Rev. C. & G.*, 15 (3-4), 37-49. © SEG. AEQUA. GEOFORMAEdiciones

1. Introducción

Si bien es cierto que el interés por el conocimiento de los depósitos cuaternarios de Cuba data

del antepasado siglo, con las observaciones de Humboldt (1826) y los posteriores trabajos de la Comisión del Mapa Geológico de España que culminaron con el Croquis Geológico de la Isla de

Cuba a una escala aproximada de 1:850 000, cuya elaboración fue iniciada por Fernández de Castro en 1869 y continuada por Pedro Salterain hasta 1883 (Fernández de Castro y Salterain, 1884), también es cierto que aunque posteriormente se hicieron importantes trabajos, sólo en las últimas cuatro décadas se realizaron estudios específicos para estos depósitos. Dichos estudios le permitieron a investigadores soviéticos y cubanos editar una monografía sobre la geología de los depósitos cuaternarios de los territorios emergidos del Archipiélago Cubano (Kartashov *et al.*, 1981) y una monografía sobre los depósitos cuaternarios de la plataforma marina insular (Ionin *et al.*, 1977). Con estas obras se logró nominar unidades estratigráficas, clasificar los depósitos innominados, establecer una serie de transgresiones y regresiones; así como los esquemas de correlación correspondientes. Estos resultados sentaron las bases para cartografiar muchos de estos depósitos (mapas geológicos de la República de Cuba a escalas 1: 500 000 y 1:250 000 y los mapas de los depósitos cuaternarios a estas mismas escalas).

En la actualidad los depósitos cuaternarios siguen siendo estudiados por los autores del presente trabajo y otros investigadores, con la finalidad de establecer los cambios climáticos ocurridos en este período (Peñalver *et al.*, 1999); así como la de editar una nueva versión del Léxico Estratigráfico de Cuba y la generalización cartográfica de la geología de Cuba a escala 1:100 000. Parte de los resultados obtenidos constituyen el contenido de este artículo, el cual constará de la descripción de las diferentes unidades litoestratigráficas según el esquema de correlación aquí propuesto.

2. Metodología

Los estudios micropaleontológicos y de la fauna invertebrada representan uno de los aspectos más importantes en la datación y correlación de los depósitos sedimentarios. Sin embargo, las faunas de foraminíferos y otros microfósiles, que tan útiles resultan en los intervalos geológicos más antiguos, no son, en general, apropiados para los estudios del Cuaternario Cubano, donde sus facies representativas, propias de mares someros, contienen apenas especies planctónicas, mientras que las

bentónicas no constituyen índices para los distintos horizontes estratigráficos implicados.

En relación con los moluscos, corales y otros macrofósiles abundantes en los depósitos marinos del Cuaternario del Archipiélago Cubano, muy pocos trabajos habían sido realizados hasta años recientes. Estos trabajos hacen referencia, exclusivamente, a asociaciones de moluscos con un ciento por ciento de especies actuales, con excepción de Richards (1972), quien, aunque describe formas extintas, no presta atención alguna a su significación estratigráfica y, posteriormente, de la Torre y Kojumdgieva (1984), quienes pudieron comprobar la existencia de asociaciones de moluscos correspondientes a niveles más bajos que el Pleistoceno Superior, tales como *Chlamys (Nodipecten) pittieri*, *C. (N) arnoldi arnoldi*, *Lucina (Linga) pensilvanica pegñalveri*, *Chioni cancelata francoi*, *Chamaa sp.*, *Pecten sp.*, *Cypraea cf. cervus*, *L.*, *Conus sp.*, *Lima scabra*, *Lopha frons*, entre otros, correlacionándolos con las oscilaciones glacioeustáticas del mar en Europa, el Caribe y Norte América. Tales antecedentes, han inducido a distintos autores (Léxico Estratigráfico de Cuba, 1991), a considerar imposible la distinción de diferentes niveles dentro del Cuaternario sobre una base bioestratigráfica (si se exceptúan las posibilidades de una zonación floral sobre la base de investigaciones palinológicas, lo cual tiene actualmente, sin embargo, sus limitaciones). Los mismos plantean la dificultad o imposibilidad práctica de detectar diferencias morfológicas entre los taxones actuales y los correspondientes a diferentes niveles del Cuaternario.

Hasta el momento las dataciones de la mayoría de los depósitos cuaternarios se hacen de manera aproximada, basándose en criterios de relación estratigráfica, geomorfológicos y paleoclimáticos. Los criterios paleoclimáticos se aplican ya desde hace varias décadas y se asocian a teorías elaboradas para regiones templadas, tal como señalaran Selli (1967), Krasnov y Nikiforova (1975), Bonifay (1980) y Fairbridge (1969), entre otros. Todos los casos coinciden en dividir el Pleistoceno en una parte inferior (más antigua) y una superior (más joven). En Cuba estos criterios se aplican desde 1981, cuando fueron introducidos por Kartashov y sus colaboradores. Ellos notaron un límite paleogeográfico muy nítido en las secuencias terrígenas del Plioceno Superior-Pleistoceno Inferior y del

Pleistoceno Inferior-Medio. Esas secuencias constituyen perfiles de intemperismo caolínificos, de coloración abigarrada, en los cuales las esmectitas primarias se han transformado en caolinitas. Teniendo en cuenta que la transformación de las esmectitas y su conversión a caolinitas ocurre en la actualidad en las regiones que reciben más de 1800 mm de precipitaciones atmosféricas anuales y las secuencias a que se hace referencia se localizan en regiones que alcanzan 1200 mm de precipitaciones anuales, supusieron que a principios del Pleistoceno, el clima de Cuba fue más húmedo que a finales de éste. La interrupción de los procesos de intemperismo químico en la mayor parte de Cuba es precisamente el acontecimiento que permite dividir el Pleistoceno en dos partes, una inferior, más húmeda y otra superior, más seca.

Las otras dos hipótesis, que se han tratado de aplicar en Cuba establecen: 1. que la alternancia de períodos pluviales en su territorio coincidieron con los avances glaciares, es decir la coincidencia glaciario-pluvial, la cual se extrapoló a Cuba por Mayo (1970) y 2. que ocurrió una aridización del clima durante los avances glaciares, seguida de pluviales coincidentes con los óptimos climáticos postglaciares, propuesta por Ortega y Arcia (1982).

Según las evidencias de los depósitos cuaternarios la hipótesis mejor fundamentada es la que establece la existencia de dos pleistocenos (húmedo y seco), pero de una forma u otra, todas las hipótesis que se han elaborado aplicables a Cuba, tienen en común que se han originado en teorías, surgidas en regiones situadas en latitudes altas y medianas (incluyendo las regiones subtropicales), vinculadas frecuentemente con la ocurrencia de glaciares e interglaciares. Es probable que la problemática de las dataciones y las reconstrucciones paleogeográficas se pueda definir mediante la aplicación, de forma complementaria, de métodos que permitan hacer determinaciones absolutas de edad.

3. Descripción de los depósitos

La descripción aparece estructurada según las divisiones propuestas para el Pleistoceno en Cuba

(Fig. 1) y brevemente se abordan también los depósitos holocénicos. De forma esquemática se muestran los principales afloramientos de las distintas formaciones (Fig. 2).

EDAD		FORMACIONES CARBONATICAS	FORMACIONES TERRIGENAS
PLEISTOCENO SUPERIOR	TARDIO	PLAYA SANTA FE LA CABAÑA GUILLERMO EL SALADO	SIGUANEA
	TEMPRANO	JAIMANTAS	CAMACHO JAMAICA CAUTO
PLEISTOCENO MEDIO		VERSALLES GUANABO	VILLARROJA
PLEISTOCENO INFERIOR-MEDIO			GUEVARA
PLEISTOCENO INFERIOR		ALEGRÍAS RIO MAYA	BAYAMO GUANE
PLIOCENO SUPERIOR		VEDADO	DATIL

Figura 1. Esquema de correlación de las formaciones del Pleistoceno en Cuba

Figure 1. Correlation chart of Cuban Pleistocene

3.1 Plioceno Superior-Pleistoceno Inferior

En los trabajos precedentes (Kartashov *et al.*, 1981 y el Léxico Estratigráfico de Cuba, 1991), se habían descrito seis formaciones geológicas para este intervalo, tres de las cuales son carbonáticas y tres terrígenas. Aquí se ha considerado que Punta del Este es sinónimo de Vedado y se ha incluido la Fm. Alegrías, que había sido desestimada con anterioridad. La descripción litológica y el medio de sedimentación han sido ampliados con respecto a

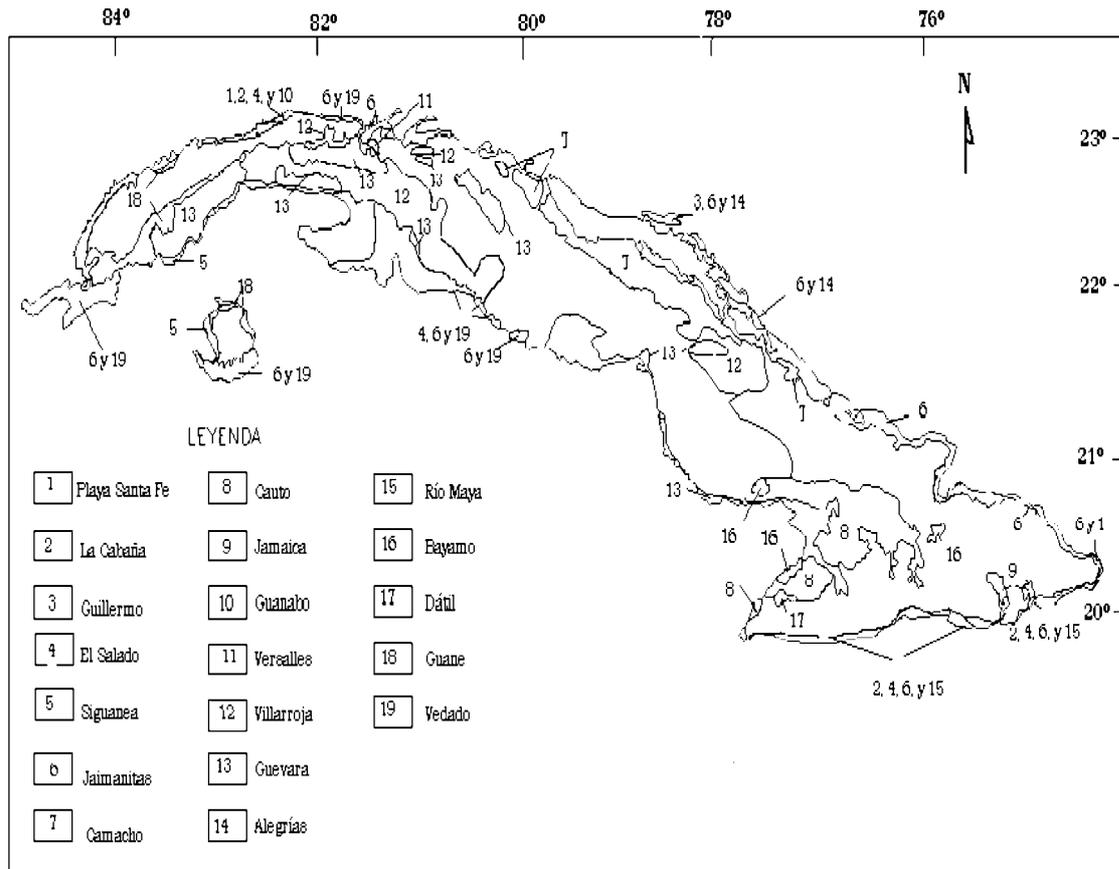


Figura 2. Esquema de distribución de las formaciones del Pleistoceno en Cuba
 Figure 1. Distribution chart Cuban pleistocene formations

la edición anterior del Léxico Estratigráfico (1991), por lo que se ofrecerán en cada caso; así como los fósiles índices para las formaciones Vedado y Río Maya, pues en las demás formaciones no se han reportado fósiles que permitan datar sus depósitos, lo cual también es propio para el resto de los depósitos del Cuaternario de Cuba.

3.1.1. Formaciones carbonáticas

Fm. Río Maya. Calizas biohémicas algáceas, coralinas y micríticas muy duras, de matriz micrítica, frecuentemente aporcelanadas, conteniendo corales en posición de crecimiento o sus fragmentos; así como subordinadamente moldes y valvas de moluscos, todos recristalizados, siendo abundante el coral *Acropora prolifera*. Las calizas se encuentran frecuentemente dolomitizadas. El contenido de arcilla es muy variable. Contiene abundantes clas-

tos de material terrígeno provenientes de las rocas de las zonas vecinas emergidas, su granulometría varía entre arenas y cantos. Este factor la diferencia considerablemente de la Fm Vedado. En ocasiones existen intercalaciones de conglomerados polimícticos de granulometría variable y cemento calcáreo. Las superficies de las calizas están fuertemente carstificadas. El mineral predominante es la calcita. El color es blanco, amarillento, rosado o grisáceo. Esta formación constituye depósitos típicos del complejo arrecifal. Contiene los siguientes fósiles índices: corales: *Acropora prolifera*, *Diploria sarassotana*, *Montastrea cf. limbata*; moluscos: *Nodipecten ex gr. nunezi*, *Spondylus americanus cf. giganteus*. Sobreyace formaciones precuaternarias y su corte superior es erosivo o está cubierta discordantemente por la Fm. Jaimanitas, La Cabaña o El Salado. Su espesor oscila entre 30 y 80 m. Se

extiende en forma de faja costera discontinua en la parte este y sureste del país.

Fm. Vedado. Calizas biohérticas coralino-algáceas y biodetríticas, masivas o con estratificación local poco clara, duras, a veces aporcelanadas, en parte porosas y cavernosas, recristalizadas, que contienen corales en posición de crecimiento o sus fragmentos, con frecuencia están dolomitizadas. Su matriz puede ser micrítica o micrítico-arenítica. Contienen, por lo general, numerosas impresiones tubulares del coral *Acropora prolifera* y rellenos de un material rojizo carbonático-arcilloso con goethita. Se observan lentes de calcarenitas. Las superficies de las calizas están fuertemente carstificadas. El mineral predominante es la calcita. Colores blanco, amarillento y a veces rosado. La formación constituye depósitos típicos del complejo arrecifal. Se han determinado los siguientes fósiles índices: ostrácodos: *Bairdia dimorpha*, *B. pillosa*, *Bairdoppilata triangularis*, *Cytherella dominicana*, *Perissocytheridea* aff. *P. bicelliformis*, *Quadracythere* ex. gr. *Q. bichensis*, *Radimella confragosa*; moluscos: *Calyptrea equestris*, *Chione woodwardi*, *C. elattocostatum*, *Cypraea* cf. *C. patrespatriae*, *Marginula depressa*, *Lucina* cf. *L. podragrina*, *Ostrea frons*; corales: *Acropora prolifera*, *Montastrea limbata*, *Pachyseris rugosa*, equinoides: *Brissus sagrae*, *Clypeaster cubensis*, *C. dalli*, *Schizaster cubensis*; crustáceos: *Mitrax hispida*. Su corte superior es erosivo o está cubierto por las formaciones Jaimanitas, La Cabaña y El Salado. En algunos lugares se interdigitan con la Fm. Guane. Alcanza un espesor hasta de 196 m y se extiende en forma de faja costera discontinua en la parte occidental del país.

La inclusión de los depósitos de la Fm. Punta del Este, localizada en zonas de la porción suroccidental del país, en los depósitos de la Fm. Vedado obedece a que ambas formaciones poseen la misma edad y tienen características litológicas similares, con excepción de los fragmentos de cuarzo y las oolitas, que aparecen incluidos en las calizas de la Fm. Punta del Este. Calizas similares a la de la Fm. Punta del Este habían sido descritas en territorios vecinos a los de su localidad tipo, como Fm. Avalo por Kartashov *et al.*, (1976), como Calizas de la península de Guanahacabibes por Pszczólkowski *et al.*, (1975). Estas propuestas no fueron validadas en la primera versión del Léxico Estratigráfico de

Cuba (1991), debido a que se consideraron sinonimia de la Fm. Vedado. Algo similar debía haberse hecho con la Fm. Punta del Este, pero no se hizo. En la nueva versión del Léxico Estratigráfico (2000), se llegó a la conclusión de que dichos depósitos no son más que una variación litofacial dentro de la Fm. Vedado, que por su poca extensión, mala aflorabilidad y similitud con la Fm. Vedado no es práctico segregarla como una unidad independiente.

Fm. Alegrías. Su referencia original se encuentra en el texto explicativo del mapa geológico a escala 1: 250 000 de la parte central de Cuba (Iturralde-Vinent, 1981), sin embargo no se tuvo en cuenta en la primera versión del Léxico Estratigráfico (1991), al no considerarse suficientemente argumentada y tampoco se estableció ninguna sinonimia. En posteriores investigaciones más detalladas (Iturralde-Vinent y Cabrera, 1998), se pudo constatar que por su extensión, particularidades litológicas y morfológicas, es factible tenerla en cuenta como una unidad cronolitoestratigráfica. Está compuesta por calcarenitas y biocalcarenitas de granos medios, bien cementadas, masivas, constituidas por restos muy rodados de algas calcáreas, foraminíferos y entre 2 y 15 % de granos de cuarzo, plagioclasa y rocas volcánicas. Aparece recristalizada y carstificada en superficie, formando un casquete de 1 a 3 m de espesor. Esto es resultado de la meteorización, la cual también provoca la desintegración a mayor profundidad, convirtiendo la roca en un material terroso. No se observan estructuras sinsedimentarias. Color crema. Su ambiente de sedimentación corresponde a una costa acumulativa arenosa, de bajos costeros, playas, barras y dunas costeras, en comunicación con el territorio emergido por medio de canales de marea. No se conocen las rocas que la infrayacen. Está cubierta parcialmente por eluvio-proluvios, según la nueva versión del Léxico Estratigráfico de Cuba (2000), que con anterioridad habían sido denominado Fm. Romano (Iturralde-Vinent, 1981, Iturralde-Vinent y Cabrera, 1998). En superficie contacta lateralmente de forma discordante con la Fm. Jaimanitas. Es probable que sus equivalentes laterales en profundidad sean las rocas cortadas por perforaciones en zonas vecinas y se trata de calcarenitas finas bioturbadas y recristalizadas, calizas biogénico-detríticas y calizas biogénico-oolíticas. Su espesor

visible alcanza 20 m. Se localiza en las mayores elevaciones de la parte este del Archipiélago Sabana-Camagüey. Su edad es tentativa y se ha tomado como criterio fundamental su grado de cristalización, que es similar a la de las calizas de las formaciones Vedado y Río Maya.

3.1.2 Formaciones terrígenas

Fm. Bayamo. Arenas grises y amarillo grisáceas de granos finos, con lentes de areniscas y conglomerados de guijarros finos e intercalaciones de arcillas arenosas. Color verde-grisáceo, con manchas grises en las arenas. En las arenas, con frecuencia, se puede observar la estratificación. Las fracciones gravoso-arenoso-limosas son de composición polimíctica. Predominan los granos de metavolcanitas, granos de epidota, rocas silíceas, cuarzo, feldspatos, cloritas, zeolitas y granos de epidota. Los granos de arenas gruesas están bien redondeados, mientras que los granos más finos son subangulares. Los sedimentos están débilmente unidos por cemento carbonático. La componente carbonática del cemento está representada por calcita y en las arcillosas predominan las esmectitas y subordinadamente aparecen clorita y probablemente clorita-esmectita interestratificadas. Se depositaron en un ambiente marino, con abundante aporte aluvial, pudiendo llegar a ser estuarino. Esta formación cubre discordantemente formaciones precuaternarias y está cubierta discordantemente por la Fm. Cauto. Su espesor oscila entre 30 y 120 m. Ocupa las llanuras del Río Cauto, en Cuba suroriental.

Fm. Dátil. Depósitos de cantos rodados, bloques y guijarros provenientes de silicita por alteración hidrotermal de rocas volcánicas, los cuales predominan en las premontañas. Existen también arenas arcillosas de composición polimíctica, en forma de intercalaciones y lentes, llegando a predominar en zonas alejadas de las montañas. Todos los depósitos son de coloración abigarrada, con predominio de los colores rojo, amarillento y gris, que resultaron de la acción de un fuerte intemperismo. El material fragmentario es poco redondeado y está débilmente cementado. La estratificación es horizontal y se manifiesta principalmente por la alternancia de los sedimentos de las diferentes granulometrías. El material cementante tiene una estructura escamoso-fibrosa, de composición heterogénea. En los hori-

zontes inferiores relativamente, poco intemperizados, predomina la esmectita, pero puede encontrarse también clorita-esmectita e hidromicas. En la parte superior, más intemperizada, el cemento arcilloso es más homogéneo, predominando la caolinita-esmectita interestratificadas. El ambiente de sedimentación es marino, con abundante aporte aluvial, pudiendo llegar a tener carácter de estuario. Esta formación sobreyace formaciones precuaternarias y está cubierta discordantemente por la Fm. Cauto. Alcanza un espesor de 34 m. Forma fajas discontinuas en la ladera septentrional de la Sierra Maestra, en Cuba suroriental.

Fm. Guane. Está constituida por conglomerados, gravas, arenas y arcillas arenosas, débilmente cementados por arcillas. Estos depósitos presentan estratificación indefinida lenticular y más raramente inclinada. El material clástico es anguloso y subanguloso. Su composición es oligomíctica, con predominio de las rocas silíceas. La matriz aparece en las partes intemperizadas del corte compuesta por los siguientes tipos faciales: caolinítico, hidromicáceo-caolinítico y esmectítico. En la parte alta del corte se encuentran ferricretas (concreciones ferruginosas y *hardpan*). Los colores son abigarrados, con predominio del rojo, el gris y el amarillento, que resultaron de la acción de un fuerte intemperismo. Esta formación se depositó en un mar con abundante aporte aluvial, pudiendo llegar a ser estuarino. Puede estar interdigitada con la Fm. Vedado. Sobreyace formaciones precuaternarias y está cubierta discordantemente por las formaciones Villarroja y Jaimanitas, y concordantemente por la Fm. Guevara. Alcanza hasta 50 m de espesor. Ocupa varias zonas de Cuba occidental, formando pequeñas colinas.

3.2 Pleistoceno Inferior y Medio

Fm. Guevara. Está compuesta por arcillas plásticas (montmorilloníticas y montmorillonito-caoliníticas), arenas, gravas finas, fragmentos de corazas ferríticas (*hardpan*) y cantos. La composición es oligomíctica, con predominio de las rocas silíceas. La matriz tiene como principal componente la esmectita, aunque también puede encontrarse esmectita alúmo-ferruginosa y caolinita-esmectita. Presenta alto contenido de pisolitas y nódulos ferríticos. La estratificación es horizontal no clara, paralela. Su

coloración es variable, abigarrada, predominando los colores rojo, gris y amarillento, lo que es resultado de la acción de un fuerte intemperismo. Sus autores (Kartashov *et al.*, 1981), basándose en las particularidades litológicas de estos depósitos, el carácter de su yacencia (capas poco potentes e isométricas), su estrecha relación con llanuras costeras y el relieve aplanado de su superficie, la catalogaron como relictos de llanuras marinas. Sobreyace concordantemente a la Fm. Guane y se encuentra sobreyacida discordantemente por la Fm. Villarroja. Aparece distribuida en Cuba central y occidental

3.3 Pleistoceno Medio

Corresponden a este intervalo las formaciones Guanabo, Versalles y Villarroja. Fue desestimada la Fm. Cayo Piedras y los tres miembros en que ésta estaba dividida, ubicada en Cuba Occidental. Esto obedece a que sus características no se diferencian de las de la Fm. Jaimanitas y no son más que variaciones litofaciales y biofaciales dentro de los depósitos de esta formación.

3.3.1 Formaciones Carbonáticas

Fm. Guanabo. Está constituida por biocalcarenitas finas bioturbadas, con estratificación laminar cruzada (eolianitas), que se desagregan en lajas por efecto de la meteorización. Según reporte de Torre, A. de la y Kojumdjieva, M. (1985), contiene *Cerion tridentatum* y *Vanatta sp.* molusco pulmonado, costero, que vive hoy día en localidades cercanas. El corte puede aparecer interrumpido hasta por dos generaciones de paleosuelos. Color amarillo pardusco. Su ambiente de sedimentación corresponde a dunas costeras, formadas en un clima tropical con dos estaciones bien definidas: una seca, con movimiento de arenas y crecimiento de las dunas y otra húmeda, con proliferación de vegetación rastrera y fijación de la duna. Esto parece haber ocurrido por lo menos en dos ciclos, durante el receso de la acumulación se formaron los paleosuelos. Su espesor no excede los 20 m. Se localiza en campos de dunas fósiles en las costas noreste y noroeste de La Ciudad de La Habana. En la parte noreste su límite superior es erosivo, mientras que en la parte noroeste se encuentra parcialmente cubierta de forma discordante por la Fm. Playa Santa Fe. El subyacente corresponde a calizas del Neógeno.

Fm. Versalles. Está formada por calizas biodetríticas de matriz margoso-arenácea, masivas, porosas, recristalizadas o desagregadas en parte, con débil cementación, que contienen alineaciones de pequeños biohérmos e intercalaciones de calcarenitas y biocalciruditas en forma de lentes irregulares. Contiene además moldes y conchas de moluscos y otros restos esqueléticos marinos. Se encuentran atravesadas en la localidad tipo por galerías de decápodos del género *Callianassa*. El color varía de crema a crema-pardusco. Su ambiente de formación corresponde al complejo arrecifal, con crecimiento de biohérmos y episodios de destrucción de los arrecifes. Su espesor es de 20 m. Yace discordantemente sobre calizas del Neógeno. Está cubierta discordantemente por la Fm. Jaimanitas. Ocupa dos pequeñas zonas en la ciudad de Matanzas.

3.3.2 Formaciones terrígenas.

Fm. Villarroja. Está representada por arcillas arenosas y areno-limosas, arenas arcillosas y arenas cuarzosas de distintas granulometrías, pigmentadas por hidróxidos de hierro (goethita). Contiene finos lentes y capas de grava con clastos de tamaño variado, frecuentemente con buen redondeamiento y selección, constituidos por cuarzo y más subordinadamente por fragmentos de *hardpan*, así como concreciones ferruginosas. Las arcillas son principalmente esmectita y caolinita. La estratificación es poco discernible y localmente puede ser lenticular. Presenta tonalidades variables, de rojo amarillento a rojo violáceo. Estos depósitos han sufrido una intensa intemperización. Según sus autores (Kartashov *et al.*, 1981) corresponde a depósitos marinos, acumulados durante una transgresión ocurrida en el Pleistoceno Medio, con dos características singulares para Cuba: una secuencia de sedimentos de color rojo muy variados y la coincidencia del fin de esta transgresión con un notable e importante límite en la historia del desarrollo geológico. En este límite se transformaron bruscamente los componentes del medio; tal como el clima, el régimen tectónico y el relieve. Aquí precisamente estos autores ubican el límite entre las dos grandes divisiones estratigráficas del Pleistoceno: el Pleistoceno Húmedo y el Pleistoceno Seco (Fig. 1). La coincidencia del brusco aumento de la intensidad de los movimientos tectónicos y de un cambio

global permite suponer que el límite entre ambos pleistocenos coincide con el límite climatoestratigráfico global, que tiene una edad de unos 0,7 millones de años y que corresponde igualmente con otro límite, el de la inversión paleomagnética de Brunhes/Matuyama. Sin embargo, autores como Dzulynski *et al.*, (1984) consideran que es probable que los depósitos de esta formación correspondan a cortezas de intemperismo redepositadas, generadas a partir de rocas de distinta composición y movilizadas en condiciones de tierras emergidas con una reelaboración marina en aquellas áreas del territorio que quedaron inundadas posteriormente por las aguas del mar. Yace discordantemente sobre un gran número de formaciones precuaternarias y aparentemente de forma concordante sobre la Fm. Guevara del Pleistoceno Inferior y Medio, su límite superior es erosivo. Su espesor varía entre 2 y 40 m. Se encuentra difundida en las llanuras del centro y occidente del país y una pequeña porción de la parte norte, en la región oriental del país.

3.4 Pleistoceno Superior

En este intervalo se encuentra la formación geológica del Cuaternario, que primero se describió en Cuba-Fm. Jaimanitas-, lo cual hizo Bröderman y Bermúdez en 1940. Más tarde Ducloz en 1963, mediante su correlación con depósitos del sureste de los Estados Unidos y con ayuda de determinaciones radiométricas y Shantzer *et al.*, (1976), también con determinaciones radiométricas, determinaron que la misma se corresponde con el último interglacial (Sangamon). Shantzer y sus colaboradores agregaron que también existían aquí depósitos mucho más jóvenes, que corresponden al Wisconsin. No obstante al largo historial investigativo de esta formación, sus descripciones han sido muy controvertidas. Un análisis exhaustivo de esto lo hacen Kartashov y sus colaboradores en 1981, pero tampoco resolvieron el problema y decidieron nominarla como un grupo, formado por Jaimanitas Inferior y Jaimanitas Superior, cuestión no aceptada por la primera versión del Léxico Estratigráfico de Cuba (1991), donde se siguió considerando como formación, pero con dos miembros.

En este trabajo se llega a las siguientes conclusiones: 1. esta formación presenta diversas litofacies y biofacies, por lo que no es práctico dividirla en

miembros, ya que habría tantos miembros como facies; 2. existen dos formaciones bien diferenciables, por lo que los depósitos más antiguos, que poseen una edad de 82 000 a 60 000 años, basada en la relación Io/U^{234} (Shantzer *et al.*, 1976) e incluso de hasta 100 000- 130 000 años según los estimados de Dunaev e Ionin (1975) se seguirán nominando Fm. Jaimanitas y los más jóvenes, que dan una edad entre los 20 000 y 30 000 años, basadas en determinaciones de C^{14} (Shantzer *et al.*, 1976; Ionin *et al.*, 1977), se incorporarán a la Fm. La Cabaña; 3. con la Fm. Jaimanitas, que festonea a gran parte de la Isla de Cuba y forma el zócalo rocoso de su plataforma marina insular, son correlacionables las formaciones Cauto, Jamaica y Camacho. Estas unidades, que son las más antiguas dentro del Pleistoceno Superior, la relacionamos al Pleistoceno Superior Temprano (Sangamon); 4. las formaciones La Cabaña, Playa Santa Fe, Guillermo, El Salado y Siguaná, que sobreyacen en diferentes partes a la Fm. Jaimanitas las relacionamos con el Pleistoceno Superior Tardío; 5. las determinaciones radiométricas por C^{14} ; así como la superficie cárstica rellena por sedimentos arcillosos carbonáticos, de color rojo ladrillo, sobre los depósitos de la Fm. Jaimanitas y la presencia de las diferentes formaciones que la suprayacen indican que durante el Wisconsin ocurrieron ciclos regresivos y transgresivos. Hoy no se cuenta con la información suficiente para cuantificar y ordenar estos eventos, pero evidentemente que no fueron menos de dos; así lo atestiguan los depósitos marinos carbonáticos de las formaciones La Cabaña y El Salado.

3.5 Pleistoceno Superior Temprano

3.5.1 Formaciones carbonáticas

Fm. Jaimanitas. Calizas biotécnicas masivas, generalmente carstificadas, muy fosilíferas, pero sin fósiles índices. Entre la fauna más abundante se encuentra: *Strombus gigas*, *Porites sp.*, *Anadara notabilis*, *Argopecten nucleus*, *Lucina jamaicensis*, *Chione cancellata*, *Astrea brevispina*, *Chalamy (Feguipecten) museosus*, *Linga pensilvanica*, *Natica canrena*, *Politices lacteus guilding*, *Bulla occidentalis*, *Archaias angulatus*, *Ammonia beccari*, *Jania* y *Amphiroa*, etc. Predominan los corales, que pueden estar formando biohermos. Entre las formas

cársticas se encuentran lapiez (“diente de perro”) y bolsones cársticos, ocasionalmente rellenos por una fina mezcla carbonático- arcilloso-ferruginosa de color rojo ladrillo. Las calizas pasan a biocalcarenitas de granulometría y estratificación variables o masivas. En mayor o menor cantidad contienen fragmentos de sedimentos terrígenos; así como de calizas preexistentes. Es frecuente encontrar variaciones litofaciales y biofaciales. En general la cementación es variable y en su superficie presenta un casquete recristalizado de 1 a 2 m de espesor, por debajo del cual, en ocasiones, la roca aparece desintegrada, convertida en un material terroso. La calcita es el mineral que predomina. La coloración más frecuente es la blancuzca, rosácea o amarillenta. En la acumulación de estos depósitos predominan las facies de playa, postarrecifal y arrecifal.

3.5.2 Formaciones terrígenas

Fm. Jamaica. Conglomerados polimícticos de matriz arcilloso-carbonática, con clastos más o menos redondeados y de selección mediana, que corresponden a calizas, metavolcanitas, silicitas y ultramafitas. Pueden contener intercalaciones finas de arenas y limos. El componente arcilloso de la matriz es predominantemente esmectita, aunque también están presentes las mica-esmectitas, cloritas e hidromicas. Forman una cobertura de 1,3 m en las cimas de las lomas, en la terraza baja de los ríos que la cortan y en las depresiones intramontanas, en la región nororiental del país. Esta formación yace sobre formaciones precuaternarias y el corte superior es erosivo. Representa depósitos de carácter marino.

Fm. Cauto. Arcillas, limos, arenas, gravas polimícticas y conglomerados polimícticos, con estratificación horizontal e inclinada. Coloración gris y gris pardusca. Se localizan en las llanuras del Río Cauto, en la parte suroriental del país. Pueden alcanzar hasta 25 m de espesor. Esta formación yace discordantemente sobre las formaciones cuaternarias Dátil y Bayamo y sobre formaciones precuaternarias. Está cubierta discordantemente por depósitos holocénicos. Estos son depósitos aluviales y deluviales, con alguna influencia marina cerca de la desembocadura del río.

Fm. Camacho. Limos areno-arcillosos y arcillas limosas con intercalaciones de gravas finas y calcretas, así como cristales dispersos de yeso.

Color carmelita y grisáceo. Su espesor no sobrepasa los 3 m. Se localizan en las provincias centrales y en la región centroeste de Cuba oriental. Yacen discordantemente sobre formaciones precuaternarias y depósitos aluviales más antiguos. El límite superior es erosivo. Se depositaron en un ambiente marino, en condiciones de circulación restringida.

3.6 Pleistoceno Superior Tardío

3.6.1 Formaciones carbonáticas

Fm. La Cabaña. Biocalciruditas finas de matriz calcarenítica margosa, por lo general, muy cementadas, formadas principalmente por nódulos de algas y fragmentos de moluscos y corales y a veces de calizas biohémicas. En ocasiones se desagrega, dando lugar a un material calcáreo untuoso, pulverulento, con el aspecto de la creta. Las calciruditas pueden pasar a calcarenitas margosas y margas arenáceas; así como a calizas y calcarenitas conchíferas menos consolidadas y con un débil relleno de las cámaras de las conchas. El cemento y la matriz son de contacto o de relleno. Comprende también biocalcarenitas laminares de estratificación lenticular e inclinada, con intercalaciones de gravelitas polimícticas (principalmente volcanitas), cuyo material clástico, bien redondeado, se haya de igual modo dentro de las calcarenitas. Coloración blanca, gris-blancuzca y amarillenta. Posee fósiles con un amplio diapasón de edad, que incluye el reciente. Son abundantes los foraminíferos: *Amphisteginidae*, *Soritidae*; moluscos: *Argopecten gibbus*, *Bulla occidentalis*, *Chione paphia*, *Trachicardium muricatum*, *Trigonocardium medium*; corales: *Montastrea annularis*, *M. cavernosa*, *Porites porites*, *Siderastrea radians*. Esta formación alcanza un espesor de 10 m. Ha sido localizada en diferentes partes de las costas de Cuba y sus cayos. Yace discordantemente sobre la Fm. Jaimanitas y en ocasiones está cubierta por la Fm. El Salado. Constituye depósitos de facies intertidal, entre los que se encuentran las *beach rocks*.

Fm. Playa Santa Fe. Calcarenitas laminares de grano medio a fino, medianamente consolidadas, con gran porosidad secundaria y estratificación cruzada, que contienen moluscos terrestres. Por alteración se desagregan en finas lajas. Colores blanco y amarillento- pardusco a gris amarillento. El espesor de la formación es próximo a los 10 m.

Se localiza en forma de campos de dunas en las costas este y oeste del norte de la Ciudad de La Habana. Yace discordantemente sobre depósitos calcareníticos de la Fm. Jaimanitas a través de un paleosuelo. Su límite superior es erosivo. Contiene conchas de *Cerion*. Fue formada en condiciones similares a las que se formó la Fm. Guanabo.

Fm. Guillermo. Biocalcarenitas oolíticas y pseudoolíticas y calizas biodetríticas, con matriz micrítica, todas de granos finos a medios, con bioturbación y débil cementación. No se han reportado microfósiles, pero entre los biodetritos hay algas, miliólidos, soritiidae, equinodermos, etc. Se puede distinguir hasta tres horizontes de laminación cruzada con inclinación de 0 a 30 grados al noreste-sur, y sur-suroeste. Los mismos se encuentran separados por superficies levemente alteradas (diastemas). Color gris-crema, con un casquete de meteorización gris oscuro. Alcanzan un espesor de 12 m. En su localidad tipo constituyen la duna más alta del Archipiélago Cubano. Yacen discordantemente sobre la Fm. Jaimanitas. Su límite superior es erosivo. Aparecen en cayos de la plataforma norcentral de Cuba. El ambiente de deposición es similar al de las formaciones Guanabo y Playa Santa Fe, con la presencia de varios ciclos según indican los diastemas existentes en los depósitos.

3.6.2 Formaciones terrígenas

Fm. Siguanea. Arenas cuarzosas de granulometría variable con intercalaciones de gravas de igual composición. Subordinadamente contienen fragmentos de *hardpan* y minerales pesados e intercalaciones poco potentes de arcillas limosas. Colores blancuzco, amarillento o gris, raramente rojizo. No exceden los 10 m de espesor. Sobreyacen discordantemente rocas precuaternarias y las formaciones cuaternarias Jaimanitas, Guane y Guevara. El límite superior es erosivo. Los autores de esta formación (Kartashov *et al.*, 1976) la consideraron del Pleistoceno Medio-Superior, partiendo de su posición estratigráfica, pero su bajo grado de litificación y de intemperismo; así como su yacencia sobre la Fm. Jaimanitas hacen más factible su datación como Pleistoceno Superior Tardío. Es correlacionable, probablemente, con la Fm. El Salado. Se localiza en la Isla de la Juventud y sur de Pinar del Río. Estos depósitos parecen haber constituido originalmente una llanura aluvial que luego fueron

sometidos a una transgresión. Los materiales que entran en la composición de las arenas se han derivado de las cortezas de intemperismo de los macizos metamórficos vecinos. Yace discordantemente sobre formaciones precuaternarias y sobre las formaciones cuaternarias Guane y Guevara, además de Jaimanitas.

3.6.3 Formaciones terrígeno-carbonáticas

Fm. El Salado. Arcillas calcáreas y calcarenitas arcillosas con fragmentos de corales, ripios conchíferos y fragmentos de calizas. Coloración predominantemente rojiza. Forma, a veces, cubiertas carbonáticas y brechas cársticas bien cementadas, que incluyen fragmentos de calizas, corales, huesos, conchas de moluscos marinos y terrestres, oolitos y pseudoolitos dispersos. En este caso el color es crema. Esta formación se localiza en diferentes porciones costeras del país. El espesor es de 1-2 m y la yacencia es discordante sobre las formaciones Jaimanitas, La Cabaña o Río Maya. El corte superior es erosivo o está cubierto discordantemente por depósitos innominados del Holoceno. El ambiente de sedimentación corresponde a facies de costas bajas acumulativas, con intenso aporte aluvial, desarrollada en una etapa de fuerte meteorización y abrasión, en presencia de un clima cálido y húmedo semejante, probablemente, al actual.

Los depósitos de esta formación y los de la formación La Cabaña representan dos ciclos transgresivos, ocurridos durante la glaciación del Wisconsin en el Pleistoceno Tardío, en el territorio del Archipiélago Cubano.

3.7 Holoceno

Los depósitos del Holoceno, los cuales se acumularon cuando ya todo el territorio cubano estaba emergido, están representados por sedimentos no o poco consolidados de distintas granulometrías y composición, correspondiendo a diversos ambientes de sedimentación: lagunar, lagunar-costero estuarino, de manglar, deltáico, palustre-lagunar, aluvial (de cauce y de terraza), deluvio-coluvial y proluvial, de playa, litoral (con sus distintas variantes) y marino. Debido a su variabilidad litológica local y a la frecuente concurrencia de distintos ambientes, lo cual dificulta su individualización y correlación, se acordó en la primera versión del

Léxico Estratigráfico de Cuba (1991), considerarlos como secuencias innominadas, agrupándolos según sus ambientes respectivos.

En la plataforma marina predominan los limos y las arenas carbonáticas de origen biogénico (algales, y turbas, fundamentalmente) y quimogénicos (oolíticos). Los sedimentos terrígenos son propios de las zonas costeras y por tanto no se tienen cantidades considerables de minerales pesados en el territorio del mar abierto, lo cual es consecuencia de los siguientes factores: 1) composición petrográfica poco favorable de las rocas existentes en las fuentes de aporte; 2) fuerte desarrollo de los procesos de meteorización en las cuencas colectoras; 3) amplio desarrollo de rocas carbonáticas en la plataforma marina y en las costas, debido a la productividad de los organismos calcio-productores; 4) formación autógena de carbonato de calcio en la plataforma marina; 5) amplio desarrollo de barreras coralinas en la zona exterior y formaciones coralinas importantes en la zona interior de la plataforma; 6) presencia de cayos en la plataforma marina; 7) desarrollo de profusos manglares en las costas de la Isla de Cuba, Isla de la Juventud y los cayos; así como la abundancia de lagunas, marismas y pantanos en las costas; 8) el pobre escurrimiento fluvial sólido, el cual está predeterminado por el tamaño y la morfología de los territorios emergidos y 9) la presencia de una barrera geoquímica en la zona costera originada por la unión de las aguas dulce y salada (Cabrera, 2000).

A Finales del Pleistoceno y principio del Holoceno cuando a juzgar por la edad de los depósitos de turbas, determinada en 10800 años (Wedman y Albear, 1959), comenzó la última inundación de la plataforma marina cubana (transgresión Flandriana), se han localizado depósitos de turbas a diferentes profundidades en el fondo de plataforma marina, con edades variables entre 1000 y 8000 años (Ionin *et al.*, 1977), debido a las variaciones en el ritmo de inundación de la tierra por el mar. Según dichos, su valor máximo fue alcanzado hace aproximadamente 5000 años y se estima en unos 5 m. Esto se refleja en los depósitos litorales acumulados, por lo general, a poca distancia de la línea costera actual, más allá del límite de los depósitos de tormentas actuales y a una altura de 3-5 m. De todas formas, tanto para este caso como para el resto de los depósitos del Cuaternario es práctica-

mente imposible hablar con exactitud de la altura que pudo alcanzar el nivel del mar en uno u otro momento, partiendo de la posición que ocupan los depósitos y ello se debe a la intensa actividad neotectónica que ha existido durante este tiempo. Esto sería posible solamente a partir del Pleistoceno Superior, si se llegara a comprobar la hipótesis de Dunaev e Ionin (1975) de que a partir de entonces los movimientos ascendentes se han mantenido a una velocidad constante de 0,5 mm por año.

Existe un complejo de barras, formadas probablemente durante el máximo de la transgresión Flandriana, que de forma excepcional se ha considerado como una unidad nominada Fm. Los Pinos, debido a su extensión, a su grado de litificación y a la clara definición de sus rasgos morfológicos. Sus mejores afloramientos se localizan en cayos del Archipiélago Sabana-Camagüey, lugar donde fue descrita y redescrita (Iturralde-Vinent, 1981; Iturralde-Vinent y Cabrera, 1998), pero aflora también en otras costas acumulativas de la Isla de Cuba y sus cayos.

Esta formación está representada por calcarenitas oolíticas y biocalcarenitas de granos medios, bien redondeados y bien seleccionados, en ocasiones con laminación inclinada. Color blanco y crema. Alcanza espesores de hasta 7 m. Sobreyace discordantemente a la Fm. Jaimanitas, estando separado de ésta por un paleosuelo. A veces está cubierta por arenas, que son el resultado de su propia desintegración bajo el efecto de los procesos de intemperismo. También se cubre, en parte, por depósitos turbosos y arenas actuales. Corresponde a un ambiente de costa baja acumulativa, surgida cuando el nivel del mar se elevó por encima del actual.

4. Conclusiones

La división estratigráfica aquí planteada, además de dividir al Pleistoceno en Húmedo y Seco, partiendo de las características físicas y químicas de los depósitos, también los divide desde el punto de vista cronológico. Tal división consiste en considerar al Pleistoceno como Inferior, Medio y Superior, a la vez que se separa un Pleistoceno Superior Temprano y uno Tardío. Tales consideraciones facilitan el proceso de la cartografía geológica; así como su correlación y la correlación en

un futuro con los depósitos de territorios vecinos de Cuba.

Según el grado de intemperismo que presentan los depósitos terrígenos, parece confirmarse la idea de Kartashov *et al.*, (1981), de que los más intemperizados (formaciones Guane, Dátil, Guevara, Villarroja, El Salado y Sigüanea), corresponden a regiones con clima húmedo, mientras que los menos intemperizados (formaciones Bayamo, Cauto y Jamaica) corresponden a regiones con clima seco. En el caso de la Fm. Camacho no parece haber prevalecido ninguno de los dos estados extremos del clima.

La propuesta de desestimar algunas formaciones y todos los miembros propuestos con anterioridad; así como la solución para el caso de la Fm. Jaimanitas, pasando sus depósitos más jóvenes a la Fm. La Cabaña, constituye una importante contribución a todos los aspectos de la geología del Cuaternario en Cuba.

Otra contribución importante es el enriquecimiento de la caracterización litológica de las diferentes unidades. En la primera versión del Léxico Estratigráfico de Cuba (1991), muchas de las unidades descritas fueron correlacionadas con unidades de los países vecinos. Pero para el nivel de conocimiento que aun se tiene de los depósitos cuaternarios, como un todo, en la región, esto provoca incertidumbres, que podrían ser resueltas solamente con trabajos conjuntos de especialistas de Cuba y otros países, incluyendo aquellos casos donde ya existe grado de estudio considerable y que a toda luz parece haber mucha similitud entre los depósitos de uno y otro países, como es el caso de la Fm. Jaimanitas de Cuba y el estadio isotópico establecido por Hearty (1998) en la isla Eleuthera, Bahamas.

Los resultados aquí planteados pueden ser muy útiles para investigaciones básicas y aplicadas para la geología del Cuaternario y otras ciencias y ramas afines, no obstante, ellos pueden y deben ser mejorados con trabajos investigativos más detallados, sobre todo en lo que se refiere a la datación más precisa de los depósitos.

Agradecimientos

Los autores desean expresar su más sincero agradecimiento a los doctores Teresa Bardají Azcárate, Pablo G. Silva Barroso y Joaquín Rodríguez Vidal de las

Universidades españolas de Alcalá, Salamanca y Huelva, respectivamente, así como al Dr. Gustavo Furrázola Bermúdez de nuestro instituto, por la lectura crítica del manuscrito y sus sugerencias, lo cual ha constituido una valiosa contribución al presente trabajo y a las investigaciones futuras sobre esta temática.

Referencias bibliográficas

- Brödermann, J. & Bermúdez, P. J. (1940). *Contribución al mapa geológico de la provincia de La Habana*. ONRM, Minist. Indust. Básica. La Habana. (Inédito).
- Bonifay, M. F. (1980). Relations entre les Données Isotopiques Océaniques et L'Histoire des Grandes Faunes Européennes Plio-Pleistocenes. *Quaternary Res.*, 14, 251-262.
- Cabrera, M. (2000). Los minerales pesados útiles de la plataforma marina insular de Cuba. *Res. XII Jornadas Científicas del Inst. de Geol. Paleont.* La Habana.
- Dzulinski, S., Pszczolkowski, A. & Rudnicki, J. (1984). Observaciones sobre la génesis de algunos sedimentos terrígenos cuaternarios del occidente de Cuba. *Rev. Cienc. de la Tierra y el Espacio*. Edit. Acad. Cienc. de Cuba. 9, 75-89.
- Ducloz, C. (1963). Etude geomorphologique de la region de Matanzas, Cuba (avec une contribution a l'étude des depots quaternaires de la zone Habana-Matanzas). *Arch. Sci., Soc. Phys. Hist. Nat.* Geneve, Paris, 16, 351-402.
- Dunaev, N. N. & Ionin, A. C. (1975). Estructura geológica del shelf de Cuba y sus movimientos verticales modernos. *Rev. Estructura del shelf de las regiones tropicales de los océanos*. 3, 6-21 Inst. Oceanol. Acad. Cienc. URSS.
- Fairbridge, R. W. (1972). Quaternary sedimentation in the Mediterranean region controlled by tectonics, paleoclimates and sea level. In: *Mediterranean Sea*, Stroudsburg Pa. USA. Dowden, Hutchinson, 6-18.
- Fernández de Castro, C. & Salterain, P. (1869-1884). *Croquis geológico de la Isla de Cuba*. Bol. Mapa Geol. España, Madrid.
- Humboldt, A. von. (1826). *Voyage aux regions équinoxiales du Nouveau Continent fait in 1799, 1800, 1801, 1802, 1803 et 1804*. Guide, Paris, 229-231.
- Ionin, A.S., Pavlidis, Y. A. & Abello, O. (1977). *Geología de la plataforma marina insular de Cuba*. Edit. Nauka, Moscú, 207 pp.
- Iturralde-Vinent, M. & Cabrera, M. (1998). Estratigrafía de los Cayos del Archipiélago Sabana-Camagüey entre Ciego de Avila y Las Tunas. *Memorias III Cong. Cubano de Geología y Minería*. La Habana, 319-322.
- Iturralde-Vinent, M. & Cabrera, M. (1981). Geología del Cuaternario. En: *Resultados de las investigaciones y levantamiento geológico a escala 1:250 000 del territorio Camagüey-Las Tunas*. Inst. Geol. Paleont. La Habana. (Inédito).
- Kartashov, I.P., Mayo, N., Cherniajovski, A.G. & Peñalver, L. L. (1976). Descripción de algunas formaciones geológicas del

- Sistema Cuaternario de Cuba, reconocidas recientemente. *Inst. Geol. Paleont., Acad. Cienc. Cuba, La Habana, Ser. Geol.*, 26, 1-6.
- Kartashov, I.P., Mayo, N., Cherniajovski, A.G. & Peñalver, L. L. (1981). *El Antropógeno en Cuba*. Edit. Nauka. Moscú, vol. 356, 145 pp.
- Krasnov, I. I. & Nikiforova, K. V. (1975). *Stratigraphic scheme of the Quaternary based on the materials of the last years*. Roy. Soc. New Zeal. 58 pp.
- Hearty, P. J. (1998). The geology of Eleuthera Island, Bahamas: a rosetta stone of Quaternary stratigraphy and sea-level history. *Quaternary Sci. Rev.*, 17, 333-335.
- Léxico Estratigráfico de Cuba. (1991). Inst. Geol. Paleont. La Habana. (Inédito).
- Léxico Estratigráfico de Cuba. (2000). Inst. Geol. Paleont. La Habana (Inédito).
- Richards, H. G. (1972). Some aspect of the marine Quaternary of the Caribbean area. *Mem. VI Conf. Geol. Caribe* (I. Margarita, Venezuela), 426-429.
- Mayo, N. (1970). Depósitos pleistocénicos de los cauces subterráneos abandonados de la Sierra de los Organos: evidencias de períodos pluviales en Cuba. *Acad. Cien. Cuba. Ser. Espel. y Carsol*, 7, 88-89.
- Ortega, F. & Arcia, M. (1982). Determinación de las lluvias en Cuba durante la glaciación de Wisconsin, mediante los relictos edáficos. *Rev. Cien. Tierra y Esp.*, 4, 85-104.
- Pszczolkowski, A., Piotrowska, K., Mycznski, R., Piotrowski, J., Skupinski, A., Grodzicki, J., Danilewski, D. & Haczewski, G. (1975). Texto explicativo al mapa geológico a escala 1:250 000 de la provincia de Pinar del Río. Brigada Cubano- Polaca. *Inst. Geol. Paleont., Minist. Indust. Bás.*, La Habana (Inédito).
- Peñalver, L.L., Cabrera, M., Trujillo, H., Fundora, M., Morales, H., Ugalde, C. & Pedroso, I. (1999). *Cambios climáticos en Cuba Centro- Oriental durante el Cuaternario sobre bases geológicas* (Inédito).
- Selli, R. (1977). *The Plio-Pleistocene boundary in Italian marine sections and its stratigraphy*. Pergamon Press, vol. 4, 67-86.
- Shantzer, E. V., Petrov, O.M. & Franco, G. L. (1976). Sobre las formaciones costeras del Holoceno en Cuba, las terrazas pleistocénicas de la región Habana- Matanzas y los sedimentos vinculados a ellas. *Inst. Geol. Paleont., Acad. Cienc. Cuba. La Habana. Rev. Serie Geol.* 21, 1-26.
- Torre, A. de la & Kojumdjieva, M. (1985). Estudios sobre los moluscos del Neógeno – Cuaternario del Occidente de Cuba y sus implicaciones estratigráficas. *Inst. Geol. Paleont., Acad. Cienc. Cuba, Rep. Inv.*, 5, 1- 19.
- Wedman, E.J. & Albear, J. F de. (1959). *Reclamation of Ciénaga de Zapata, Cuba*. Proyecto de saneamiento y utilización de las zonas pantanosas. NEDECO, La Haya, Holanda (Inédito).

Enviado el 27 de noviembre de 2000
Aceptado el 2 de septiembre de 2001