

MEMORIAS

DE LA FACULTAD
DE CIENCIAS



UNIVERSIDAD DE LA HABANA

Vol. 1, No. 1
Serie GEOLOGIA, Fasc. 1
Octubre, 1963



CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE LA ESTRATIGRAFIA DE CUBA

Frances Charlton de Rivero^()*

PROLOGO

La publicación del presente trabajo sobre Estratigrafía de Cuba producirá, sin duda, una gran satisfacción a los interesados en estas materias y su lectura les será de gran provecho. La certeza de esta afirmación se comprenderá, si tenemos en cuenta el hecho de que este interesante trabajo es el único que se ha realizado hasta el presente sobre esta materia en Cuba.

A los investigadores de la Geología y Paleontología de Cuba ha causado siempre una honda preocupación el hecho de no contar con una descripción razonada y cuidadosa de las distintas unidades estratigráficas cubanas y todo ello ha originado numerosas dificultades a la hora de realizar estudios sobre estos temas.

En la literatura geológica que trata sobre nuestro país existen, dispersos, numerosos trabajos realizados por distintos especialistas cubanos y extranjeros relacionados con la Estratigrafía de la Isla. No obstante, es este valioso trabajo de la Dra. Frances Charlton de Rivero el primero en el que se hace una recopilación y análisis detallado de las principales unidades estratigráficas, incluyendo su fauna característica, la naturaleza de los contactos, así como la litología de dichas unidades. Igualmente valiosas son las observaciones de la autora sobre algunos tópicos oscuros, dándonos una clara muestra de su gran experiencia sobre estos problemas, aclarando de ese modo numerosos puntos hasta ahora dudosos.

La correlación de las unidades cenozoicas cubanas con los de las regiones geográficas vecinas del área Caribe-Antillana, es otro aporte de interés que realza el mérito científico de este trabajo.

Para comprender cabalmente la vigencia de las cuestiones tratadas por la Dra. F. Ch. de Rivero, es suficiente señalar lo moderno de los datos aportados por ella al introducir en su trabajo la Tabla de Formaciones de Cuba Occidental (Herrera, 1961), así como las consideraciones de Banner, Blow, et al (1962) sobre los sedimentos del Oligoceno en Cuba. También el estudio de los últimos trabajos de Bermúdez (1959, 1961), micropaleontólogo cubano de reconocida autoridad, han permitido a la autora familiarizarse con la geología de nuestro país.

Por todo lo anteriormente expuesto, es que consideramos sinceramente que el trabajo de la Dra. F. Ch. de Rivero, representa una valiosa contribución a la geología de Cuba.

G. Furrázola,
Dpto. Geología y Paleontología.

(*) Jefe del Departamento de Geología de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela.

La formación **Vía Blanca**, según Herrera presenta tipos litológicos muy variados: calcarenitas, lutitas arenosas a limolíticas a veces tobáceas; brechas y areniscas de color oscuro; margas, tobas, etc., todos los tipos interestratificados, contorsionados e intensamente alterados. Herrera asigna la formación al Campaniano a Maestrichtiano sin datos paleontológicos ni argumentación.

Formación San Juan. Herrera (1961, p. 20) da ésta como correlativa con Vía Blanca, en la llanura sur de Pinar del Río cerca de San Juan y Martínez. Allí al parecer se presenta debajo de la formación Madruga. La describe como compuesta de margas negras a grises, tobas pasando a veces a brechas y aglomerados, areniscas micáceas, conglomerados, canchales blancos, etc. Pero aunque la correlaciona con Vía Blanca, Herrera da la edad como "Maestrichtiano-Paleoceno".

Formación San Pedro. Herrera menciona que Ducloz ha dado este nombre a una brecha de calizas interestratificadas con calizas detríticas. No se mencionan las relaciones con otras formaciones, así que virtualmente es un **nomen nudum**.

Bermúdez en el *Léxico de Cuba* (1959, pp. 49-50, 84) alude a algunas capas de lutita tobáceas que dice que se presentan en las cercanías de Jibacoa, en la vertiente norte de la provincia de la Habana. La misma formación, dice que se halla en las provincias de Las Villas y Camagüey, por debajo de la formación Habana, la llama informalmente, **formación Pre-Habana**.

Tiene una fauna muy interesante, formada principalmente por radiolarios cónicos y triangulares, los mismos que fueron erróneamente clasificados como foraminíferos del Género *Baculogypsina* por M. P. White (1928). El horizonte en México está en el tope de la formación San Felipe o sea que según la correlación de Imlay (1944) correspondería al Santoniano o quizás llegando al Coniaciano, si no está realmente en el tope de la formación. Bermúdez menciona también de esta formación Pre-Habana, foraminíferos del género *Rotalipora* los que si no son redepositados, indicarían que la formación llega hasta el Turoniano. La separación de esta formación, ayudaría a definir el límite inferior de la formación Habana en la región tipo.

Palmer en 1942 y 1945, habla de dos facies de la formación Habana (en el sentido amplio). En 1942 da la expresión más clara de su interpretación: "La formación está plegada bastante intensamente, y comprende dos facies que son probablemente contemporáneas. Son: la primera, una facies clástica, con areniscas bastas calcáreas y margas, cubiertas por interestratificaciones de arenas, lutitas y conglomerados. Los conglomerados tienen un contenido mixto de cantos y se derivaron de fuentes no identificadas hoy en la Isla. En segundo término, hay una facies de calizas, que se presentan en el lado norte de las provincias de Santa Clara y Camagüey y la que al parecer se originó en el mismo sitio con poco transporte". (Palmer, 1942, p. 629). Más adelante, con referencia al tectonismo de la Isla (p. 632) expresa que el segundo episodio de orogénesis en Cuba (la primera orogénesis, en su opinión, siendo posterior a las capas con *Aptychus*) tuvo lugar después del Eoceno Medio y anterior al Eoceno Superior. Esta orogénesis fue la más intensiva a la vez que extensiva, y se caracterizó por pliegues volcados y cabalgaduras (sobrescurrimientos), especialmente en la cordi-

llera de Las Villas y en las montañas de Trinidad. Debido a estos movimientos, expresa Palmer que las dos facies del Cretácico Superior que normalmente están separadas por 30 ó 40 kilómetros, están a sólo 10 ó 15 kilómetros de distancia. Sugiere que un segmento ha sido empujado hacia el norte.

En la provincia de Las Villas (Santa Clara), el término de **serie de Tobas o formación de Tobas** (Tuff series, Tuff formation) fue aplicado por los geólogos holandeses que trabajaban en Cuba (M. G. Rutten, 1936 a, quien publicó primero el término; MacGillavry, 1937; Vermunt, 1937 b y Thiadens, quien usó la palabra formación). Imlay (1944 b en su tabla de correlación de las formaciones cretácicas de Las Antillas y Centro América, usa la forma "Tuff formation", indicando la extensión estratigráfica como Cenomaniano a Coniaciano, y separada de la formación Habana (o la caliza de Loma Yucatán, que describiremos más adelante) por un hiatus, y, según los geólogos holandeses, con discordancia angular. Imlay resume las descripciones de la formación para describirla como una formación potente de espilitas, tobas, brechas tobáceas, pórfidos, diabasas, ftanita verde a negra, caliza gris y un poco de lutita. No contiene arenisca ni cuarcita. Las rocas ígneas son predominantemente de color verde o verdoso. Las espilitas y diabasas generalmente no presentan indicios de estratificación, los pórfidos se presentan como "sills" delgados o coladas, las otras rocas son claramente estratificadas. Las calizas están interestratificadas con las rocas volcánicas y son más frecuentes en la parte inferior de la formación, especialmente en el sur de la provincia, en la vecindad de Provincial, donde Thiadens, las denominó **calizas de Provincial**. Son calizas de color desde amarillenta a gris oscura, de grano fino a mediano, localmente oolíticas a microconglomeráticas. Bermúdez menciona también calizas compactas, margas con globigerínidos y calizas con radiolarios. Thiadens le adscribió un espesor de unos 8.000 metros a la formación de tobas, pero Imlay considera excesiva la cifra.

Imlay considera que la edad de la Formación de Tobas corresponde a la parte inferior del Cretácico Superior, probablemente Cenomaniano a Coniaciano. En la parte superior de la formación, en el norte de la provincia, Rutten (1936 a) recogió ammonites identificados provisionalmente por Jaworski como de los géneros *Austiniceras*, *Pachydiscus*, *Peroniceras*, *Barroisiceras* y *Crioceras*. Jaworski comparó la mayoría de las especies con especies de Zumpango del Río en Guerrero central, México, que Burckhardt refirió al Coniaciano; pero Imlay señala que tanto la fauna mexicana como la cubana, o contienen una mezcla de especies de dos niveles —Turoniano y Coniaciano— o las especies tienen una distribución más larga de lo que se había supuesto. Al menos, expresa Imlay que los ammonites cubanos deben representar un nivel cerca del límite Turoniano-Coniaciano, y entonces la parte suprayacente de las tobas podría ser de edad Coniaciano.

En las calizas de Provincial, Thiadens identificó los rudistas siguientes: *Caprinuloidea perfecta* Palmer, *Coalcomana ramosa* (Boehm), *Sabinia* sp. y *Tepeyacia ? corrugata* Palmer. La mayoría de estas especies se hallan también en el sur de México, asociados con otros muchos rudistas. *Nerineas*, *Actaeonellas*, y una especie de *Chondrodonta* semejante a *C. munsoni* (Hill). Esta es la "fauna de Tepeyacia" de L. J. Chubb (1956) quien considera que la edad de esta fauna es probablemente Cenomaniano-Turoniano, la misma edad que Palmer (1928) había asignado a la fauna mexicana. Se puede

mencionar que MacGillavry (1937) trató de demostrar la edad Albiano de la fauna, pero esta tesis no ha tenido apoyo.

Rutten (1936 a, fide Imlay, 1944 b) describe la formación Habana como presentando una facies septentrional y otra meridional, en el norte de la provincia de Las Villas. La facies meridional, se describe como formada de tobas, calizas tobáceas y calizas con muchos rudistas y foraminíferos orbitoidales. La facies norteña consiste principalmente de calizas brechosas y conglomeráticas con pocos fósiles. Las tobas de la formación La Habana, dice Rutten que se distinguen de capas semejantes en la Formación de Tobas por su color más claro, aspecto más fresco y otros rasgos petrográficos. Ambas facies descansan en discordancia en la Formación de Tobas o en la Caliza Viñales y están cubiertas con discordancia por el Eoceno Superior. En el sur de la provincia, Thiadens (1937 a, fide Imlay) describe la formación como compuesta de calizas margas, calizas tobáceas y conglomeráticas, que han dado una rica fauna de edad Maestrichtiano. Sus relaciones estratigráficas son como en el norte de la misma provincia. Thiadens menciona un espesor mínimo de 700 metros.

En la provincia de Camagüey, MacGillavry (1937), resumido por Imlay, 1944 b) estudió el Cretácico, pero un estudio más moderno es el de de Albear (1947) sobre la geología de la vecindad de la ciudad de Camagüey. En esta región, informa de Albear, los sedimentos más antiguos identificados corresponden a una unidad a la que no da nombre formal, pero que corresponderá a la formación Viñales en el sentido de calizas del Portlandiano y Cretácico Inferior. Estas calizas están expuestas en la Sierra de Camaján, y parecen tener un espesor mínimo de 1.200'. Estas calizas han sufrido un sobrecoimiento con al menos 6 millas de desplazamiento hacia el sur, sobre la serpentina que circunda la región. De Albear encontró ammonites Portlandianos de los géneros *Dickersonia*, *Durangites*, *Parodontoceras*, *Leptoceras* y dos formas de *Lamellaptychus*. Según MacGillavry, Jaworski identificó dos especies de ammonites infracretácicos de la misma región: *Neocomites* cf. *N. neocomiensis* y "*Oppelia*" (= *Aconeceras*) nisioides del Aptiano.

De Albear divide las rocas del Cretácico Superior, que son principalmente tobas con algunas calizas, en las siguientes formaciones, en orden ascendente: 1) calizas de La Fe, de edad probablemente Santoniano Superior o Campaniano; 2) calizas de Loma Yucatán o Yucatán, probablemente del Campaniano Superior y 3) la formación Habana, claramente de edad Maestrichtiano.

Calizas de La Fe. Esta formación incluye los tres tipos litológicos siguientes: 1) calizas oscuras grises a negras, duras, recristalizadas, en capas delgadas, interestratificadas con capas lenticulares de marga amarillenta y gris; 2) arcillas tobáceas de color amarillento verdoso, en capas delgadas, friables y con calizas impuras duras de color gris y 3) arcillas arenosas compactas de grano fino. El espesor de la formación no se indica. La formación es rica en pequeños foraminíferos, pero no se observaron macroforaminíferos ni macrofósiles. De Albear da una lista considerable, aunque algunas de las determinaciones son casi sin lugar a dudas, erróneas (p. ej., *Globorotalia velascoensis* y "*Globigerina velascoensis*", que son especies paleocenas). La forma más significativa parece ser el mismo tipo de radiolario mal identificado con *Baculogypsina* que hemos mencionado de la formación Pre-Habana y del tope de la formación San Felipe de México.

Calizas de (Loma) Yucatán. MacGillavry (1937) había usado el nombre de calizas de Loma Yucatán, para calizas con rudistas que afloran en dos lomas al NWE de la ciudad de Camagüey. De Albear apoca el nombre a calizas Yucatán y las describe como calizas duras, recristalizadas, de color crema a blancuzco grisáceo, con gran abundancia de rudistas. No se menciona el espesor. De Albear da la lista siguiente de rudistas: *Tampsia* (= *Durania*, fide Chubb) *lopetrigoi* Palmer; *Durania curasavica* (Martín); *Vaccinites macgillavryi* Palmer; *Pironea corali* Palmer; *Torreites tschoppi* MacGillavry y *Coralliochama*? sp. Palmer.

MacGillavry (fide Imlay, 1944 b, p. 1015) comparó la fauna con una de Curaçao y la consideró de edad Campaniano, opinión mantenida por de Albear, quien supone que es Campaniano Superior. En contraste Chubb (1956) considera que se trata de la "fauna de *Barrettia*", a pesar de la ausencia del género nominotípico. Esta fauna se encuentra en Jamaica, separado por unos 2.500 pies de sedimentos tobáceos y detríticos de la fauna más moderna con rudistas, la de *Titanosarcolites* y cuya edad es indudablemente Maestrichtiano. Chubb llega a la conclusión de que *Barrettia* s. str. tiene una extensión estratigráfica desde el Turoniano Superior dentro del "Senoniano Inferior", que tanto en Puerto Rico como en Cuba, llega al menos al Campaniano (Chubb, 1956, p. 17). Este dato es interesante, especialmente considerando que tenemos otro punto de correlación por la "*Baculogypsina*" de la formación infrayacente La Fe.

Formación Habana en Camagüey. De Albear divide las rocas referidas a la formación Habana en la vecindad de la ciudad de Camagüey, en cuatro "subdivisiones" o miembros, sin indicar claramente las relaciones de estos, excepto por referirlos todos al Maestrichtiano. Si Chubb está correcto en su interpretación de la fauna de rudistas, sin embarco, la edad se extiende más bajo en la columna, hasta al menos Campaniano, porque las especies de rudistas reportadas por de Albear corresponden a la fauna de *Barrettia*. En adición, aunque no aparece por la lista de fauna de este autor, Chubb (1956, p. 14) informa que está presente la fauna de *Titanosarcolites* en la vecindad de Camagüey. "Si se unen todas las localidades con *Barrettia* en el mapa geológico de MacGillavry (1937) de la región alrededor de Camagüey, y hacemos lo mismo con las localidades con *Titanosarcolites*, encontramos que tenemos dos fajas aproximadamente paralelas, que alternan con fajas de la "serie de Tobas" entre y por ambos lados de las zonas con rudistas... Por lo tanto parece que tanto en Cuba como en Jamaica, los dos principales niveles con rudistas tienen capas tobáceas y detríticas por debajo, de por medio y por encima". (Chubb, loc. cit.)

Las cuatro divisiones indicadas por Albear son: a) calizas de la Sierra de Cubitas; b) calizas de la Sierra de Camaján; c) lutitas y gravas, que de Albear compara con el miembro de Cantos Grandes de Palmer; y d) calizas con rudistas.

Las calizas de la Sierra de Cubitas, según de Albear, son duras, recristalizadas, blancas y blancuzcas, y con 5.000 a 10.000 pies de espesor. Los fósiles son pocos, pero incluyen moldes de *Biradiolites*, y unos foraminíferos orbitoidales, y de una cantera al norte de la sierra, se recogió *Vaughanina cubensis* Palmer. No hay que confundir estas calizas con las "calizas de Cubitas" de MacGillavry (1937) (vea Bermúdez y Hoffstetter en el Léxico de Cuba, p. 35) que corresponden al Eoceno Medio y que de Albear describe

(p. 85) bajo esa edad sin darle nombre de formación. Las calizas de la Sierra de Camaján se describen como muy semejantes. Las calizas de *Barrettia* parecen ser biostromas locales, a juzgar por la observación de de Albear, de que se pueden presentar en cualquiera de las otras unidades, principalmente en la de lutitas y gravas. Estas "lutitas y gravas", con toda probabilidad serán piroclásticas y aglomerados ígneos.

La lista faunal de de Albear es interesante, aunque hay algunas asociaciones difíciles de interpretar, p. ej., la asociación de "*Camerina vermunti*" Thiadens que probablemente es *Operculinoides bermudezi* (= *catenula*) (Cushman y Jarvis), fide Sachs) que en otras regiones del Caribe es característico del Paleoceno, con *Lepidorbitoides* y otros fósiles cretácicos. Con referencia a esto, se puede mencionar que Bermúdez (1950, p. 220, nota 1) ha expresado la opinión de que se trata de una especie originaria del Cretácico que ha sido redepositada en el Paleoceno en la formación Madruga. También se debe notar la asociación de *Pseudorbitoides trechmanni* con *Vaughanina cubensis*, *Lepidorbitoides* spp. y *Pseudorbitoides israelskyi*, en vista de la afirmación de Chubb (1956, p. 18) de que en Jamaica, *Pseudorbitoides trechmanni* se restringe a la caliza con *Barrettia gigas* que yace 2.500 pies por debajo de la caliza con *Veniella* del Campaniano.

Provincia de Oriente. Cretácico. Se mencionan de aquí la Serie de Tobas y la formación Habana, pero no parece que existe información detallada. Restringida a esta región, está la formación *Vinent* de Taber (1934), nombre aplicado para distinguir las rocas con mineral de hierro que afloran en la vertiente sur de la Sierra Maestra y las lomas costeras, esencialmente en la región de Daiquirí y el Distrito Firmeza. Estos depósitos fueron estudiados por varios geólogos norteamericanos en 1915-1916, sin mencionar nombre de formación (J. F. Kemp, 1915; Lindgren y Ross, 1915; Roesler, 1916; Singewald y Miller, 1916). La formación se describe como una mezcla de rocas ígneas (coladas basálticas, andesitas quizás intrusivas, brechas volcánicas, tobas, etc.) y sedimentarias (calizas, cuarcitas, conglomerados). Ha sido invadida por dioritas cuarcíferas que han producido marcado metamorfismo de contacto. La localidad tipo está en la mina *Vinent* cerca de La gran Piedra, al este de Santiago de Cuba. Hay poca información sobre su estratigrafía y sus relaciones con la formación Cobre; inclusive Keijzer (1945) no excluye la posibilidad de que represente la parte inferior de ésta. La referencia al Cretácico depende de unos corales recogidos por Singewald y Miller cerca de Firmeza, que Vaughan refirió al género *Leptophyllia* Reuss, 1854 (= *Acrosmilium* d'Orbigny, 1849), un género que no pasa arriba del Cretácico y que se encuentra también en el Cretácico Superior de Jamaica. Keijzer (1945) encontró en el valle de un río que atraviesa la zona, un fragmento de conglomerado conteniendo *Pseudorbitoides israelskyi* y *Sulcoperculina dickersoni* en la matriz y con cantos que parecen ser de *Vinent*. Si el conglomerado está *in situ*, podría indicar una edad pre-Maestrichtiano para la formación *Vinent*, pero Mitchell (1953) aconseja reservar el criterio.

FORMACIONES IGNEAS DEL CRETACICO

Tanto Butterlin (1956, pp. 39-41) como Hoffstetter en el *Léxico*, Bermúdez y Hoffstetter (1959, pp. 32-33) dedican varias secciones a este tema.

Rocas básicas y ultrabásicas están representadas por peridotitas y dunitas, generalmente completamente serpentizadas, y de otra parte por gabros, plagioclasitas y troctolitas (gabros de plagioclasea y olivino). Las serpentinas son económicamente importantes por sus yacimientos asociados de hierro, níquel y cromo. Estas rocas básicas con frecuencia están penetradas por diques de rocas gabroides y de dioritas cuarcíferas.

Las serpentinas están localizadas, con pocas excepciones, en la parte norte de varias provincias; la Sierra de los Organos, los anticlinales de La Habana-Matanzas y de Madruga; la zona de corrimientos de Las Villas, la región central de Camagüey, las partes norte y este de Oriente. Su edad ha sido muy discutida. L. Rutten (1940) y su escuela piensan que son todas de una misma edad, anterior al Cretácico Superior o dentro de él pero pre-Maestrichtiano, puesto que fragmentos de ellas se hallan en la formación Habana. Serán posteriores a una parte al menos de las tobas por contener también fragmentos de estas (M. G. Rutten, 1936, p. 13). Flint, de Albear y Guild (1948) estiman que las serpentinas de Camagüey son anteriores a las rocas volcánicas neocretácicas y posteriores a una orogénesis antecedente. Woodring (1954) las considera como emplazadas muy tarde en el Cretácico Superior.

Un criterio diferente es sostenido por Palmer (1945, p. 18) y Mitchell (1955), quienes consideran que hay serpentinas intrusivas en varias formaciones terciarias tan modernas como la caliza de Güines, que se dice estar marmorizada por serpentinas en Matanzas.

Las Rocas ígneas ácidas están representadas por granodioritas y dioritas cuarcíferas. Estas se encuentran en la mitad oriental de la isla, y en la parte sur, o sea donde no se presentan las serpentinas. Se encuentran en la ladera norte de las montañas de Trinidad; en el centro de la provincia de Camagüey; y hay un importante afloramiento que se extiende desde el este de la provincia de Camagüey dentro del noroeste de Oriente, además de extensos afloramientos en la Sierra Maestra.

La edad de estas rocas ácidas es tan discutida como la de las básicas. Algunos mantienen una intrusión única, otros admiten varios episodios de intrusión. Mitchell (1953) en un estudio de conjunto sobre intrusiones granodioríticas de Las Antillas, distingue en Cuba tres intrusiones:

Una en la Isla de Pinos, en el llamado **esquistos dioríticos de Daquilla** (Hayes, Vaughan y Spencer, 1901), que al parecer es esquistoso solamente en los bordes, pero interiormente es diorítico. Butterlin opina que ésta puede ser hasta pre-Cretácica, notando como evidencia confirmatoria, que Flint, de Albear y Guild (1948) señalan en Camagüey central la presencia de diorita gneílica anterior a las serpentinas, y que igualmente Thayer y Guild (1947) admiten en el noroeste de Oriente, la existencia de un basamento cristalino con dioritas cuarcíferas, anterior a las serpentinas.

Una segunda correspondería a los afloramientos del oeste y centro de la isla, y sería como lo admiten Palmer (1945) y L. Rutten (1939) anterior a una parte al menos de la Serie de Tobas.

Una tercera correspondería a los afloramientos de la Sierra Maestra. Mitchell la considera posterior a la formación Cobre (según Bermúdez, Cre-

tácico Superior al Eoceno Inferior), y anterior a la formación San Luis (Eoceno Superior), o sea del Eoceno Medio.

Lewis y Straczek (1956, p. 279) encuentran dacitas y dioritas cuarcíferas de grano fino intrusivas en la formación Habana de Oriente, pero no en la formación Cobre, que serían pues relacionadas con un cuarto episodio intrusivo.

En cuanto a la edad de las dioritas poco cuarcíferas que forman los batolitos de la Sierra Maestra, los autores vacilan, pero según Butterlin, son intrusivas en la formación Cobre y que detritus de ellos se encuentran en los conglomerados de Camarones, de modo que deben ser eocenas y anteriores al Eoceno Superior.

CENOZOICO

Un estudio muy amplio de las microfaunas de las formaciones cenozoicas ha sido proporcionado por Bermúdez (1950), quien en 1959 y 1961 revisa las correlaciones de varias formaciones. No obstante, la estratigrafía detallada debe ser más estudiada en el futuro.

PALEOCENO

Formación Madruga. Este nombre de Lewis (1932) ha sido preferido al de marga Luyanó (De Golyer, 1918) que aparentemente se refería a la misma unidad. Lewis propuso el nombre (como "Madruga chalk") para designar lutitas calcáreas de color achocolatado que afloran en la vecindad de Madruga, Provincia de la Habana. Bermúdez (1950) designa un afloramiento debajo del puente en el Central San Antonio, 2 kilómetros al oeste de Madruga en la carretera central, como la localidad tipo, pero no se ha descrito una sección tipo. Informa Bermúdez que hay excelentes afloramientos de la formación en la provincia Pinar del Río, especialmente en la vecindad de San Juan y Martínez. Menciona en adición afloramientos equivalentes en Oriente, en la vecindad de La Tagua, al noroeste de Guavabal del Perú, en la región de Guantánamo; se tratará de la fauna de Madruga, pero seguramente no de la misma formación geológica, y en efecto. Bermúdez (1950, p. 223) expresa que los estratos corresponden a la porción inferior de la formación Cobre (vea más adelante).

En adición a las lutitas achocolatadas, Bermúdez (1950) menciona las siguientes facies litológicas: marga blanca con abundante arena calcárea fina (Bermúdez, Est. 530, carretera de La Habana a Rancho Boyeros), la que también contiene abundantes radiolarios; arcilla blanca con abundantes radiolarios y foraminíferos (Est. 195, al noroeste de Bahía Honda).

El espesor de la formación no ha sido satisfactoriamente medido. Lewis le asignó 240 metros en las cercanías de Madruga y 600 metros en el pozo Sage, 20 millas al este de dicha ciudad, pero Bermúdez sospecha que en estas cifras esté englobado el Eoceno Inferior.

La fauna incluye especies planctónicas además de bentónicas, y presenta semejanzas a las del Midway Superior y Wilcox y con la fauna de la

Roca del Soldado descrita por Cushman y Renz (1942). La presencia de *Globorotalia velascoensis* y *G. acuta* determinan la edad como Paleoceno Superior. Otras especies significantes son *Boldia cubensis* Cushman y Bermúdez (que Hofker, 1962 considera una especie característica del Montiano), *Anomalina acuta* Plummer, *Discorbis midwayensis soldadoensis* Cushman y Renz, *Operculinoides bermudezi* (Palmer) y otras muchas.

Herrera (1961) ha incluido la formación Madruga en el grupo Habana, sin aclarar los motivos que justifiquen su inclusión en estos sedimentos predominantemente cretácicos. Hasta ahora, que sepamos, no se ha identificado paleontológicamente el Paleoceno Inferior, pero Bermúdez cree haber encontrado unas capas que llevan las zonas bioestratigráficas más bajas del Paleoceno en las cercanías de Bahía Honda.

Formación Remedios. Bermúdez (1950) aplicó este nombre a unas calizas observadas en las provincias de Las Villas y Camagüey, con referencia especial a las calizas descritas por de Alber (1947) en la Sierra de Cubitas al norte de la ciudad de Camagüey. El nombre se deriva de la ciudad de Remedios, al norte de Las Villas, pero no se ha descrito una sección tipo ni faunas, y la descripción de la formación se basa principalmente en los datos de de Albear. Este no dio nombre de formación a los estratos, sino que los describió bajo el aparte de "Cretácico Superior-Paleoceno(?)". Los mejores afloramientos se presentan en la vecindad de los "Cangilones" (abra o garganta) del río Máximo, al este de la Sierra de Cubitas, donde aflora una caliza blanca aporcelanada dura en capas gruesas o macizas, muy poco inclinadas u horizontales. En la parte inferior de Paso de Lesca, calizas conglomeráticas, "que descansan al parecer en la caliza típica de la Sierra de Cubitas (es decir, la formación Habana) contienen una fauna idéntica". La muestra más fosilífera (A-87) viene de un conglomerado brechoso en la vecindad del Central Senado, en la parte oriental del área estudiada por de Albear (vea su mapa de localidades).

La fauna de las calizas de Camagüey es pobre, y mucho más significativa en cuanto al ambiente que a la edad. Comprende tres especies de *Borelis* más unos miliólidos no identificados y representa un ambiente de aguas someras y cálidas. Las tres especies de *Borelis* fueron comparadas respectivamente con: *B. cardenasensis* Barker y Grimsdale de la formación Cárdenas de México (= Navarro, Cretácico Superior); *B. jamaicensis* Vaughan y *B. matleyi* Vaughan, ambas del Eoceno Medio de Jamaica. Puesto que las tres especies se presentan juntas en una misma muestra, no hay que dar mucha importancia a estas identificaciones, todas interrogadas ("cf."). En contraste, hay que notar que la caliza Cedar Keys de Florida contiene especies de *Borelis* (*B. gunteri* Cole, *B. floridanus* Cole) en la parte superior (vea Applin y Applin, 1944, p. 1704). Esta formación ha sido interpretada como representando todo el Paleoceno, en vista de su espesor. En adición, en Guatemala, en el Petén, Vinson (1962) ha descrito una facies litológica semejante a Cedar Keys representada por sus formaciones Santa Amelia y Buena Vista. El refiere su grupo Petén que incluye estas formaciones, al Eoceno Inferior, pero según estudios de Bermúdez, corresponde indudablemente al Paleoceno Superior. Por estos motivos una edad de Paleoceno Superior nos parece la más probable para la formación Remedios, como está indicado en la tabla adjunta.

El espesor de la formación Remedios en la región de Camagüey, fue indicado por de Albear como un poco más de 200 metros (700 pies).

En 1950 Bermúdez sugirió que la "caliza Cubitas" del norte de Camagüey que menciona Keijzer (1945, p. 159) asignándola al "Daniano-Montiano" corresponde al menos en parte a Remedios. Estas no se han de confundir con la "caliza de Cubitas de MacGillavry, 1937, que contiene fósiles del Eoceno Medio.

Eoceno Inferior. Beckman (1958) informa haber identificado en Cuba la zona de *Globorotalia rex*, establecidas en la formación Lizard Springs Superior de Trinidad e identificada por Loeblich y Tappan en el Wilcox de los EE. UU.; pero no identifica la formación. Bermúdez en sus varias publicaciones ha referido a esta edad, las formaciones Capdevila y Universidad.

Formación Capdevila. Esta formación fue descrita por primera vez por R. H. Palmer en 1934, pero el nombre no fue publicado hasta 1938, (vea nota de Hoffstetter en el *Léxico*); el mismo autor lo describió en 1945 como una serie potente de lutitas, areniscas y escasos conglomerados que tienen una distribución bastante extensa en el oeste de la provincia de la Habana y este de Pinar del Río. Según el mismo autor, las capas están plegadas junto con el Cretácico. Será por esto que Herrera (1961) incluye la formación, al igual que la Madruga en su "grupo Habana". Palmer en 1945 refirió la formación Capdevila al Paleoceno (= Midway). Bermúdez (1950) aclara que se trata del Eoceno Inferior, y publica una lista extensa de fósiles.

La localidad tipo está situada en Capdevila, al norte de Vento, 10 kilómetros al sur de La Habana, en la carretera a Rancho Boyeros. Según Bermúdez, aflora en muchos lugares en las provincias de la Habana y Pinar del Río, presentándose siempre como una arcilla de color pardo o achocolatado con mucho material silíceo y generalmente con una fauna pobre. Uno de los afloramientos con mejor fauna está en la cantera del Tejar Cuba en Arroyo Naranjo en la provincia de la Habana, de donde Cushman y Bermúdez describieron varias especies. No se ha medido una sección (al menos, no se ha publicado) pero Bermúdez (1950, p. 229) informa que en varios lugares descansa en la formación Madruga, y está cubierta por la formación Universidad. En el *Léxico*, Bermúdez indica el espesor como unos 300 metros (1.000 pies) incluyendo el miembro Lucero (vea abajo).

Nombres sinónimos, según Bermúdez, son la formación *El Cano* de Lewis (1932), que Schuhert (1935, p. 512) erróneamente consideró igual a dos miembros de la formación Habana de Palmer. También es sinónimo la formación *Zapata* de Brödermann (1943, p. 145).

Entre las especies más interesantes de la formación Capdevila y característica de ella, está *Globorotalia palmerae*. En Trinidad, Bolli ha dividido el Eoceno Inferior en las zonas siguientes; de abajo arriba: en la formación Lizard Springs Superior, las zonas de *Globorotalia rex*, *G. formosa* y *G. aragonensis*; en Navet Inferior, la zona de *Globorotalia palmerae*. Bermúdez, en su monografía de los foraminíferos planctónicos (1960, pp. 1133-1135) señala que en Cuba, *G. palmerae* es característica de la formación Capdevila como lo es *G. aragonensis* de la formación Universidad suprayacente, y sugiere que haya habido una inversión de la secuencia de las zonas en Trinidad, lo

que en vista de la tectónica complicada de esta isla y el hecho de que las zonas se compilaron de secciones aisladas, no está fuera de posibilidad. El sugiere que la verdadera posición de la zona de *G. palmerae* esté por debajo de la zona de *Globorotalia rex* (vea su tabla, p. 1335). En 1961 (pp. 32-33), vuelve a insistir en que la zona de *palmerae* debe de venir por debajo de la de *aragonensis*. Admite que *G. aragonensis*, por tener una distribución estratigráfica larga, puede presentarse por debajo de *palmerae* en Trinidad, pero considera que la atribución de su nombre a una zona da una idea equivocada de la distribución característica, que es:

	Cuba	México
<i>G. aragonensis</i>	Universidad	Aragón } Chicontepec
<i>G. palmerae</i>	Capdevila	Tanlajás }

Esta correlación necesita cierta rectificación, ya que Hay (1960) ha demostrado que Tanlajás es una facies que puede reemplazar a Velasco (Paleoceno). Chicontepec es una facies costera que probablemente puede en la parte superior reemplazar a una parte inferior de Aragón. *Globorotalia palmerae* efectivamente se presenta en esta parte superior de Chicontepec. Aragón tiene *Globorotalia aragonensis*, *Hantkenina aragonensis*, *Globigerapsis* cf. *G. orbiformis*. La formación Universidad contiene, en adición a *G. aragonensis* y *Globigerapsis orbiformis*, las especies *Hantkenina aragonensis* y *Truncorotaloides rohri*. Una comparación con los cuadros faunales de Bolli de Trinidad, demuestra que estas dos últimas especies no aparecen sino en zonas que Bolli refiere ya al Eoceno "Medio" en la formación Navet, o sean las zonas de *Hantkenina aragonensis* y de *Globigerapsis kugleri* respectivamente.

Entonces, nos atrevemos a sugerir la explicación siguiente: las correlaciones entre Cuba y México están muy claras, pero nos parece que hay varias zonas en Trinidad que no han sido identificadas y que posiblemente faltan por un hiatus insospechado, en aquellos dos países. En resumidas cuentas, sugerimos que la correlación puede ser como sigue:

Trinidad	Cuba	México
<i>Globigerapsis kugleri</i>		
<i>Hantkenina aragonensis</i>	UNIVERSIDAD	ARAGON
<i>Globorotalia palmerae</i>		
<i>Globorotalia aragonensis</i>	CAPDEVILA	CHICONTEPEC SUPERIOR
<i>Globorotalia formosa</i>		
<i>Globorotalia rex</i>	? (1)	?

Con referencia a (1) Beckman (1958) alega haber identificado estas zonas en Cuba, pero sin mención de cuál formación. Nos parece enteramente posible que lo mismo como sucede en Trinidad, haya zonas en el subsuelo de Cuba que no se presentan en los afloramientos.

Con referencia a la correlación sugerida, que paraleliza Universidad-Aragón con parte de la formación Navet referida al "Eoceno Medio" por Bolli, recordemos que tal edad no fue apoyada por argumentación; y por otra parte, que algunos geólogos mexicanos refieren Aragón a la misma edad.

Algunas especies interesantes para la identificación de la formación Capdevila son *Angulogerina naranjoensis*, Cushman y Bermúdez, *Cibicides havanensis* Cushman y Bermúdez, *Loxostomum applinae* (Plummer), *Pleurostomella naranjoensis* Cushman y Bermúdez, y *Rectobolivina capdevilensis* Bermúdez. Para listas completas, vea Bermúdez (1950).

Miembro Lucero de la formación Capdevila. De Golyer (1918) había usado el término capas de Lucero, en alusión al paradero Lucero en el antiguo ferrocarril eléctrico de La Habana a Güines, casi dentro del perímetro urbano de La Habana. Otros varios autores (vea Hoffstetter en el Léxico, p. 67) usaron el término, suponiendo que se trata de capas del Cretácico Superior. Bermúdez (1950, p. 230), sin mención de De Golyer, propone el "miembro Lucero de la formación Capdevila" para capas de gravilla calcárea fina llegando a veces a ser areniscas friables, que según Bermúdez, están bien expuestas en Lucero (Bermúdez, Est. 1287) y también en un corte en la finca "La Coronela" en la carretera de La Habana a Rancho Boyeros (Bermúdez, Est. 1266). Otras localidades mencionadas son Capdevila, donde se dice que las capas llegan a ser conglomerados bastos; Managuaco, al norte de San José de las Lajas, provincia de la Habana (Bermúdez, Est. 720); y al norte de San José de los Baños en la carretera a Paso Real, provincia de Pinar del Río (Bermúdez, Est. 26).

Considerable confusión ha sido producida porque Cole y Gravel (1952), al describir una fauna proveniente de capas con asfalto en Rancho Peñón, 7 kilómetros al sur de Martí y 850 metros al noroeste de la finca de Peñón en la provincia de Matanzas, expresaron que la fauna de la localidad 1266 de Bermúdez, en su opinión correspondía al Eoceno Medio, aunque estratigráficamente más bajo que la localidad de Peñón. La fauna de esta localidad 1266, en su opinión, contiene mucho material redepositado del Cretácico Superior y al parecer también del Paleoceno y Eoceno Inferior. Tiene en común con la localidad de Peñón las siguientes especies, según Cole y Gravel:

- Amphistegina lopeztrigoi* Palmer
- Asterocyclina habanensis* Cole y Bermúdez
- Dictyoconus americanus* (Cushman)
- Dictyoconus cookei* (Moberg)
- Discocyclina marginata* Cushman ("D. crassa" de Vaughan 1945; "D. mestieri" de Cole y Bermúdez 1947, en parte)
- Eoconuloides wellsi* Cole y Bermúdez
- Pseudophragmina* (*Proporocyclina*) *cushmani* (Vaughan) (una especie descrita originalmente de la formación Guayabal de México).

Dictyoconus al menos no se conoce de ninguna parte de Las Antillas antes del Eoceno Medio, lo que sugiere fuertemente que se trata de capas del Eoceno Medio con mayor o menor proporción de especies más antiguas redepositadas.

Butterlin pues (p. 42) nota la discrepancia, describiendo Lucero en relación con Capdevila, pero notando que para Cole y Gravel será Eoceno Medio. Bermúdez (1961, p. 111) reitera que capas de lutita con fauna típica de Capdevila están intercaladas entre las gravas calcáreas de Lucero, y da la lista siguiente de las especies de Lucero:

- * *Amphistegina lopeztrigoi* Palmer
- Borelloides cubensis* Cole y Bermúdez
- * *Coskinolina elongata* Cole
- Cymbalopora cushmani* Cole y Bermúdez
- Discocyclina barkeri* Vaughan y Cole
- Discocyclina havanensis* Cole y Bermúdez
- Eoconuloides wellsi* Cole y Bermúdez
- * *Helicostegina gyralis* Barker y Grimsdale
- Miscellanea antillea* (Hanzawa) (descrita como *Pellatispirella*)
- * *Pseudophragmina cedarkeyensis* Cole

Esta lista se compara bastante bien con la fauna de la caliza Oldsmar de Florida (con la que tiene en común las especies marcadas con *) y sin tener nada que obligue a postular una edad más moderna. Podemos admitir, que la muestra de la Estación 1266 pueda corresponder al Eoceno Medio con formas más antiguas redepositadas (lo mismo como la capa de Peñón), pero que algunas de las gravas son efectivamente de edad Eoceno Inferior. Quizás el nombre de facies Lucero sería preferible al de miembro.

Formación Universidad (Bermúdez, 1937). Comprende margas calcáreas blanco-amarillentas, ligeras, blandas, nombradas por haber sido notadas primero en la excavación para el edificio del Museo Poe y en la Universidad de la Habana. Buenos afloramientos se encuentran en el corte de la Avenida de los Presidentes, directamente debajo del Castillo de El Príncipe en el Vedado, y otras localidades de las cercanías de La Habana. R. H. Palmer (1934) propuso el nombre de formación **Príncipe** para capas que dijo aflorar en la Universidad de la Habana y el Castillo del Príncipe, y dijo llevar una microfauna del Eoceno Superior; este nombre y edad fueron aceptados por Cooke, Gardner y Woodring (1943) e incluido en su lista de formaciones cubanas del Eoceno Superior. Bermúdez (1937) al describir la formación Universidad, aceptaba la idea de una edad de Eoceno Superior para las capas más altas en la Loma del Príncipe, pero luego (1950, p. 233) rectifica, que en esa localidad todas las capas corresponden al Eoceno Inferior. La confusión de Palmer se originó porque en el Tejar Consuelo, hay dos formaciones que son litológicamente semejantes; la formación Universidad (Eoceno Inferior) y una del Eoceno Superior, nombrada por Bermúdez, formación Consuelo. En vista de la confusión, pareció preferible suprimir el nombre Príncipe.

La formación Universidad está representada al menos en las provincias de Pinar del Río y La Habana, y presumiblemente en Matanzas, Las Villas y Camagüey. La fauna típica de ella ha sido hallada en todas las provincias, pero en Oriente se encuentra en la parte más alta de la formación Cobre. El espesor es poco notable en las cercanías de La Habana, unos 30 metros (100 pies) según Palmer, pero en la provincia de Pinar del Río al norte de Consolación del Sur, se han medido unos 130 metros (435 pies).

La formación Universidad contiene una microfauna rica, con especies tanto planctónicas como bentónicas. Algunas de las planctónicas significantes son: *Globorotalia aragonensis* Nuttall, *Hantkenina aragonensis* Nuttall, *Globigerapsis orbiformis* (Cole) y *Truncorotaloides topilensis* (Cushman).

La significancia de éstas en término de las correlaciones regionales, se ha tratado en un párrafo anterior, señalando la correlación con al menos parte de la formación Aragón de México. Entre las especies bentónicas, hay una larga lista de formas señaladas como características, entre las que podemos mencionar dos de México, *Anomalina dorri aragonensis* Nuttall y *Bulimina semicostata* Nuttall. *Bolivina capdevilensis* Cushman y Bermúdez, *Bulimina quadrata* Palmer, *Clavulinoides excurrens* Cushman y Bermúdez, *Globorotalia aragonensis* Nuttall, *Gonatosphaera principensis* Cushman y Bermúdez, se han identificado también en la formación Abouillet de Haití.

Una facies especial de la Universidad, rica en radiolarios, fue distinguida por Bermúdez bajo el nombre de **miembro Toledo**, nombre que deriva del Tejar Toledo en Marianao, provincia de la Habana (Bermúdez, Est. 351). El aspecto es como una arcilla blanca, con capas de horsteno derivados de la solución y redepósito del sílice. Bermúdez (1950) da una lista de localidades donde se observa esta facies, en las provincias de Pinar del Río, La Habana, Matanzas y Las Villas. Asociadas con los radiolarios hay muchas especies características de la formación en su expresión normal. El espesor de esta facies llega a unos 30 metros (100 pies). No hay detalles sobre la distribución areal o vertical de la facies.

Una gran discordancia separa la formación Universidad o el miembro Toledo, de la formación próxima más moderna (Loma Candela).

Formación Cobre (Provincia de Oriente). Los límites, rasgos litológicos y faunísticos y correlación de esta formación son bastante confusos. El nombre fue propuesto por Taber (1931 a, 1934), quien (según Hoffstetter) incluía bajo este nombre una caliza superior y una unidad inferior mixta, en parte volcánica, en parte calcárea. Woodring y Davies (1944) separaron la caliza superior como la caliza **Charco Redondo**, designando la unidad mixta inferior como "Cobre volcanics". Lewis y Straczek (1955) continúan usando Cobre en el sentido original, con Charco Redondo como un miembro, y además introducen dos nuevos nombres: el **lentejón de caliza Cuabitas** (Cuabitas limestone lentil) por unos lentejones calcáreos más bajos en la formación que Charco Redondo; y un **miembro volcánico Peluda**, que parece yacer en la base de la formación. Bermúdez (en el Léxico y en 1961) trata Cobre y Charco Redondo como formaciones distintas.

Según Butterlin, la formación Cobre está representada sobre todo por tobos y brechas volcánicas con fragmentos generalmente menores de 30 centímetros de diámetro, de color rojizo, pardo o verdoso. La composición varía de riolítica a basáltica, pero es esencialmente andesítica. Coladas de lavas de la misma composición se encuentran también. Estas rocas están interestratificadas con calizas, limolitas y areniscas. Las calizas, más o menos tobáceas, forman lentejones. Según Taber, forman aproximadamente un 3% del volumen en los niveles inferiores, pero la proporción aumenta hacia arriba, llegando a 20% en los niveles superiores (probablemente la parte ahora separada como Charco Redondo). Las calizas más puras son blancas o grises, las otras verdosas, pardo-rojizas o grises oscuras. Se presentan a veces en capas gruesas. Estas calizas se describen como ricas en algas calcáreas. La formación está penetrada por diques y "stocks" de andesita y de diorita cuarcífera.

Según Lewis y Straczek (1955, p. 201) los volcánicos Cobre descansan en una formación llamada "Habana(?)" por ellos (Campaniano-Maestrichtiano) o en rocas más antiguas (complejo basal), con una discordancia angular en las sierras de Nipe y Cristal, pero en otras partes la base no ha sido observada. Las relaciones con la formación Vinent no parecen claras; para Butterlin, Cobre puede descansar en Vinent, mientras que Hoffstetter señala que ambas parecen invadidas por las dioritas de la Sierra Maestra.

El miembro volcánico Peluda de Lewis y Straczek se describe como comprendiendo tres pequeños afloramientos de rocas volcánicas (piroclásticas andesíticas hasta basálticas y pocas lavas, con unos lentes de calizas), hasta 600 metros de espesor, cubiertas en discordancia por volcánicos y calizas de la formación Cobre y descansando en discordancia sobre sedimentos equivalentes al miembro Picote de la formación La Habana (?). Los fósiles, escasos, comprenden una alga (*Terquemella*) y un foraminífero (tal vez *Vaughanina cubensis* Palmer ¿repositado?). Keijzer (1945, p. 68-72) fue el primero en estudiar las rocas de este miembro, y las consideró de edad Daniano-Montiano a causa de *Terquemella* que en Europa se encuentra en estos niveles.

Lewis y Straczek mencionan bajo el nombre de **lentejón de caliza de Cuabitas**, un lentejón de 15 metros de espesor que aflora en la vecindad del pueblo Cubitas, 4 kilómetros NNE de Santiago de Cuba. Calizas y brechas calcáreas en el mismo nivel se encuentran también 4 kilómetros al este de las canteras de Cuabitas. Otras calizas sin nombre especial se encuentran en diferentes niveles de la formación; las de Cuabitas pueden estar de 2.000 a 3.000 metros por debajo del tope de la formación Cobre, cuyo espesor cerca de El Cobre y Santiago es por lo menos de 4.500 metros siendo posible que llegue a 6.000 metros.

Bermúdez considera que la edad de la formación Cobre va desde el Cretácico Superior al Eoceno Inferior. Considera que los fragmentos de rudistas y *Sulcoperculina dickersoni* que se encuentran en capas bajas en la formación, son autóctonos y no redepositados, como se podría creer por la gran cantidad de cantos rodados que se observan en esa sección. En otro nivel se encuentran gruesas capas de arenisca calcárea con *Globorotalia velascoensis* y otras formas planctónicas asociadas, las que indican una edad de Paleoceno Superior. En un nivel más alto, bien expuesto entre Puerto Moya y Santiago en la carretera Central, hay capas con radiolarios y *Globorotalia aragonensis*, que se comparan con la facies Toledo de la formación Universidad del Eoceno Inferior.

En algunas de las calizas hay macroforaminíferos: *Discocyclina crassa* (Cushman), *D. cubensis* (Cushman) y *Asterocyclina subtaramelli* (Cushman). Vaughan (1945) discutió esta fauna, con la idea de que correspondería al Eoceno Superior, pero un horizonte más antiguo que la "fauna de Nuevitas-Pastelillo" (es decir, formación Jabaco). En Jamaica *D. crassa* y *D. cubensis* asociadas con *Dictyoconus*. Posiblemente estas especies procedieron de la formación Charco Redondo. Según Cole y Gravell (1952), la *Discocyclina "crassa"* de Vaughan, 1945, es un sinónimo de *D. marginata* (Cushman), como lo es también *D. harrisoni* Vaughan del Eoceno Medio de Barbados y *D. californica* Schenck. *D. marginata* parece ser característica del Eoceno

Medio, presentándose en este nivel en la isla de San Bartolomeo en asociación con *Polylepidina antillea*, *Dictyoconus americanus* y *Fabiania cubensis*.

Eoceno medio. Formación Loma Candela. Bermúdez (1950, p. 239) propuso este nombre para calizas, margas, areniscas calcáreas y conglomerados expuestas típicamente en Loma Candela, en la carretera de Paso Real a San Diego de los Baños, provincia de Pinar del Río. Las capas descansan en la formación Universidad con marcada discordancia. Otra localidad indicada por Bermúdez como típica de la formación, es la de Peñón, 7 kilómetros al sur de Martí en la provincia de Matanzas, que hemos mencionado arriba con referencia al miembro Lucero. No se han dado detalles sobre la distribución geográfica ni el espesor de la formación, y en 1961, Bermúdez expresa que no tiene mucho espesor, y que casi parece ser simplemente un conglomerado basal de la formación Jabaco suprayacente, a la que es transicional en algunas partes.

Bermúdez (1950, pp. 241, 244) dio una extensa lista de foraminíferos pequeños en Loma Candela y Jabaco respectivamente siendo notable que casi todas las especies de Loma Candela se presentan también en Jabaco, aunque ésta tiene muchas más especies. Bermúdez correlaciona Loma Candela con la caliza Lake City de Florida, notando que tienen en común las siguientes especies: *Amphistegina lopeztrigoi* (también en el Eoceno Inferior), *Camagueyia perplexa* Cole y Bermúdez, *Dictyoconus americanus* (Cushman), *D. cookei* (Moberg), *Fabiania* ("Eodictyoconus") *cubensis* (Cushman y Bermúdez) y *Gunteria floridana* Cushman y Ponton.

W. S. Cole y D. W. Gravell (1952) hicieron un profundo estudio de la fauna de la localidad de Peñón. Con anterioridad, Cushman y Bermúdez (1937, 1937 a) habían descrito algunas especies de foraminíferos pequeños, y Cole y Bermúdez (1944) algunas especies grandes.

Según Cole y Gravell, en la localidad de Peñón los sedimentos forman una unidad litológica y faunal cuyo espesor varía desde unos pocos pies a unos 40 pies. Estiman que estratigráficamente es un poco más alto que la localidad tipo de Loma Candela. Como hemos mencionado arriba, ellos consideran también que las capas de la Finca La Coronela (Bermúdez, Est. 1266) que él había referido al miembro Lucero de la formación Universidad, es también Eoceno Medio pero más bajo que la localidad de Peñón.

Cole y Gravell señalan que en los pocos metros de Peñón se encuentran asociadas especies que corresponden a tres formaciones distintas en Florida, a saber:

Oldsmar:	<i>Helicostegina gyralis</i> (a la cual debemos agregar, <i>Amphistegina lopeztrigoi</i>)
	<i>Amphistegina lopeztrigoi</i> Palmer
	<i>Asterocyclina monticellensis</i> Cole y Ponton
Lake City:	<i>Dictyoconus americanus</i> (Cushman)
	<i>Fabiania cubensis</i> (Cushman y Bermúdez)
	<i>Gunteria floridana</i> Cushman y Ponton

Dictyoconus cookei (Moberg)

Discorinopsis gunteri Cole

Avon Park: *Spirolina coryensis* Cole

Textularia coryensis Cole

Valvulina martii Cushman y Bermúdez

Cole y Gravell no explicaron esta concentración en Peñón de fósiles de tres niveles diferentes. Ellos consideran que la fauna cubana corresponde aproximadamente al nivel de la zona de *Pseudophragmina perpusilla*. *Lepidocyclina* (*Polylepidina*) *antillea* como definida por Gravell y Hanna (1938) o sea, cerca de la base de Cook Mountain. Gravell pensaba que la fauna de Peñón sería un poco más antigua que ese nivel, por la ausencia de *P. antillea* y de *Operculinoides*, mientras que Cole que la ausencia de éstas se deba a factores ecológicos.

Algunas otras especies de la fauna de Peñón:

Pseudophragmina (*Proporocyclina*) *cushmani* (Vaughan), presente en Guayabal de México y en el Eoceno Medio de San Bartolomeo. *Discocyclina* (*Discoocyclina*) *marginata* (Cushman), según Cole y Gravell es la misma especie que *D. crassa* (Cushman) de Vaughan, 1945, que él reportó del Eoceno Superior de Cuba y *D. harrisoni* Vaughan que describió del Eoceno Medio de Barbados. *D. californica* Schenck, 1929, también es sinónimo.

Pseudophragmina (*Proporocyclina*) *psila* (Woodring), descrita del Eoceno Medio de California.

Asterocyclina havanensis Cole y Bermúdez, 1947, fue descrita de Bermúdez, Est. 1266, supuestamente Lucero pero probablemente Loma Candela.

Cole y Gravell describieron varias especies y un nuevo género de Peñón: *Penoperculinoides cubensis* Cole y Gravell, n. gen., n. sp., *Pseudophragmina* (*Proporocyclina*) *compacta*, *P. (Proporocyclina) convexitata*, *P. (Proporocyclina) penonensis* y *P. (Proporocyclina) teres*.

Helicostegina gyralis Barker y Grimsdale y *Eoconuloides wellsii* Cole y Bermúdez, también están presentes.

Formación Charco Redondo (Oriente). Capas correlacionadas por Bermúdez con Loma Candela han sido descritas en Oriente bajo los nombres de Charco Redondo y Guaso. Como hemos mencionado antes, Woodring y Daviess (1944) separaron la parte superior más calcárea, antes incluida en la formación Cobre, como la caliza Charco Redondo. Toma su nombre de la villa y mina de manganeso situado en el extremo sur del sinclinal El Cautilo, en la región de Guisa-Los Negros. Consiste en calizas margosas, margas y conglomerados costeros con matriz calcárea. Las calizas son muy resistentes a la erosión, formando una topografía cárstica con paredones y "mogotes" o "morros" de caliza. Entre las calizas hay dos tipos principales, una conglomerática con abundantes algas calcáreas y foraminíferos orbitoidales, otra densa con predominio de pequeños foraminíferos bentónicos y planctónicos.

Woodring y Daviess mencionan como especies típicas: *Dictyoconus americanus* (Cushman), *Lepidocyclina pustulosa* (Douville), *Discocyclina marginata* (Cushman) (reportada como *D. crassa*), *Pseudophragmina* (*Proporocyclina*) *perkinsi* (Vaughan) y *Asterocyclina asterisca* (Guppy), más dos especies de *Operculinoides*. Esta fauna nos sugiere una edad más moderna que la fauna de Peñón, parece más bien Eoceno Superior, que fue la edad asignada originalmente por Woodring y Daviess. Según Butterlin, sin embargo (1956, p. 45), Woodring le ha comunicado que ahora se ha unido a la opinión de Bermúdez, en correlacionar Charco Redondo con la caliza de Guaso (vea abajo), que tiene una fauna típica del Eoceno Medio. En la base de Charco Redondo se encuentra el pelecípodo grande, *Pseudomiltha haitiensis* Woodring y Mansfield. El espesor de Charco Redondo se da como 150 metros.

Caliza Guaso. Darton (1926) aplicó este nombre a calizas que afloran en la Sierra de Guaso al norte de Guantánamo y también en la Sierra de Canasta de la misma región. Yacen en concordancia debajo de lutitas y areniscas (lutitas Guantánamo) que Darton refirió al Oligoceno pero que son realmente del Eoceno Superior.

Kefjzer (1945, p. 88) dio una lista numerosa de macroforaminíferos que dijo haber observado en la caliza. Con rectificación de las identificaciones la lista es (fide Bermúdez, 1950, p. 246):

Dictyoconus americanus (Cushman)
Dictyoconus codon Woodring, var. *nannoides* Woodring.
Fabiania cubensis (Cushman y Bermúdez)
Nummulites jacksonensis (Gravell y Hanna)
Discocyclina cubensis (Cushman)
Discocyclina marginata (Cushman) (reportada como *Discocyclina crassa* y *Discocyclina marginata*)
Discocyclina pustulata (Cushman)
Asterocyclina sculpturata (Cushman)
Asterocyclina monticellensis Cole y Ponton
Asterocyclina subtaramelli (Cushman)
Amphistegina lopeztrigoi Palmer

Esta fauna, con la asociación de *Fabiania cubensis* y *Amphistegina lopeztrigoi* a los *Dictyoconus* y *Discocyclinidos*, parece ser definitivamente Eoceno Medio comparándose estrechamente con la de Lake City en Florida y Loma Candela.

Eoceno Medio? Superior? Formación Jabaco. Esta formación fue distinguida por Bermúdez (1937) en Jabaco, en un corte 4.5 kilómetros al oeste de Guanajay, en la carretera Guanajay-Mariel, provincia de Pinar del Río. (Unas especies de foraminíferos habían sido descritas el año anterior por Cushman y Bermúdez). La localidad es la Estación 337-A de Bermúdez. Hay que notar que cuando describió esta fauna, todavía existía la confusión de la formación Príncipe. En el corte, hay abajo una marga blanda de color amarillento, llena de foraminíferos pequeños la parte superior está

formada de un conglomerado de macroforaminíferos, con algunas especies de foraminíferos mal conservados. Bermúdez en ese entonces comparó la fauna con la de Tantoyuca de México. La formación Jabaco, informa Bermúdez que descansa en Universidad con discordancia.

En 1950 Bermúdez da una lista de la fauna, comparada con la de Loma Candela, siendo muy grande el número de especies en común. Correlaciona la formación con Avon Park de Florida, en base a las especies: *Lituonella floridana* Cole y *Coskinolina floridana* Cole. Avon Park fue referida por los Applin al Eoceno Medio, parte superior, pero Bermúdez sigue refiriendo Jabaco al Eoceno Superior sin comentar la discrepancia.

Especies que en la lista de 1950 se encuentran en Loma Candela pero no en Jabaco son: *Amphistegina lopeztrigoi* Palmer, *Dictyoconus cookei* (Moberg) y *D. gunteri* (pero no *D. americanus*, que se indica en ambas), *Eorupertia* sp. *Helicostegina gyralis* Barker y Grimsdale, *Rotalia palmerae* Cushman y Bermúdez, *Rotalia mexicana mecatepecensis* Nuttall, (*R. mexicana* s. str. se reporta en Jabaco) y *R. peñonensis* Cushman y Bermúdez y *Eoconuloides wellsi* Cole y Bermúdez.

La lista de especies pequeñas que aparecen en Jabaco y no en Loma Candela es larga y mencionaremos solamente las planctónicas (con cambios de las identificaciones genéricas): *Porticulasphaera mexicana* (Cushman) (= *Globigerapsis* según Bermúdez), *Truncorotaloides topilensis* (Cushman), *Chilogümbelina cubensis* (Palmer), *Hantkenina alabamensis* Cushman, *H. brevispina* Cushman, *H. mexicana* Cushman (escasa). Esta lista no es incompatible con una edad de Eoceno Medio, aproximadamente en la zona de *Porticulasphaera mexicana* en Trinidad, correlación también consonante con una correlación con Avon Park de Florida.

Pero en la lista de 1937 (aunque no en la de 1950) aparece *Globorotalia cerroazulensis* Cole, de la que *G. cocoaensis* Cushman es sinónimo. Esta especie en Trinidad ha sido considerada como característica del Eoceno Superior y las otras especies mencionadas arriba también en general continuán dentro de esa edad. *P. mexicana*, aunque en Trinidad está restringida a una zona del Eoceno Medio, se describió en México de capas supuestamente del Eoceno Superior.

Hay pues una contradicción en los datos, siendo una posible interpretación, que estén representadas más de una zona en la formación Jabaco, Eoceno Medio y Superior respectivamente. O posiblemente ha habido cierto rédepósito de formas del medio en capas del superior.

Bermúdez (1950, p. 247) da una lista de macroforaminíferos, pero puesto que habla de San Luis como si fuera un sinónimo de Jabaco, quisiéramos tener la seguridad de que las especies provienen de la localidad tipo de ésta.

Miembro Jicotea de la formación Jabaco. Con este nombre distingue Bermúdez (1950), capas que había mencionado en 1938 al describir la "fauna de Jicotea". Se trata de capas cuya localidad tipo están a un kilómetro al este de la población Jicotea, debajo del puente de ferrocarril que pasa por la Carretera Central, provincia de Las Villas. Son margas calcáreas de color blanco grisáceo y arena calcárea, en capas delgadas, con espesor de 100 metros o más (300 a 400 pies). Bermúdez la distingue de Jicotea s. s.

por representar una facies de aguas más profundas. Expresa que algunas veces esta facies Jicotea se encuentra intercalada con capas de la facies Jabaco, pero generalmente están separadas.

Las margas Jicotea contiene una microfauna muy rica, más rica en especies planctónicas que bentónicas. Bermúdez (1950) da una lista parcial de la fauna.

Formación San Luis (Oriente). Este nombre fue aplicado por Taber (1934) a margas, lutitas y calizas que afloran en las cercanías de San Luis, 40 kilómetros ESE de Contramaestre en el lado norte de la Sierra Maestra. Está ampliamente distribuida en los distritos de Contramaestre y de Guantánamo. Descansa en concordancia en la formación Charco Redondo, y en el área de Guantánamo está cubierta por las lutitas de Guantánamo. En la parte norte de Valle Emilia, Lewis y Straczek (1955) encuentran que las lutitas inferiores de San Luis están cubiertas en discordancia por 475 metros de conglomerados bastos, a los que nombran **miembro de conglomerado Camarones** de la formación. La presencia de este conglomerado y discordancia sugiere que la formación es compleja y necesita de una subdivisión. Woodring y Daviess indicaron un espesor de 700 metros para San Luis en el área de Mafo.

Los sedimentos de la formación San Luis consisten en margas de color crema o amarillenta, lutitas calcáreas, unas pocas calizas margosas y algunos conglomerados costeros con matriz calcárea. Las calizas son en parte finamente estratificadas y en parte macizas, conteniendo éstas una abundante fauna de macroforaminíferos más algas calcáreas. Los macroforaminíferos según la lista de Woodring y Daviess, son las mismas como en Charco Redondo: *Dictyoconus americanus*, *Lepidocyclina pustulosa*, *Discocyclina marginata* ("D. crassa"), *Pseudophragmina* (*Proporocyclina*) *perkinsi* y con la adición de "*Lepidocyclina pustulosa* var. *tobleri*" (según Eames et. al. (1962) debe llamarse *Pliolepidina tobleri* Douvillé).

En cuanto a los foraminíferos pequeños, la Dra. D. K. Palmer examinó numerosas muestras para Woodring y Daviess. Bermúdez (1950, pp. 252-254) da una lista de las localidades y especies identificadas. Ella consideró que las faunas corresponderían a la parte baja del Eoceno Superior, notando muchas especies en común con la Guayabal y otras con la Chapapote, de México. Nos parece, sin embargo, posible que hay más de un nivel representado: la muestra de 4.2 kilómetros al NW de Baire, Loc. 26 (W. 46) tiene *Globorotalia cerroazulensis* que determina la edad Eoceno Superior, las otras muestras no la tienen.

Keijzer (1945) dio una larga lista de foraminíferos de San Luis (reproducida por Bermúdez, 1950, pp. 255-257) pero en vista de que la fauna procede de 21 localidades diferentes, dispersadas entre Palma Soriano y Guantánamo, sin que las muestras fuesen ordenadas en secuencia, no vale la pena comentar la lista. Lo mismo se puede decir de la lista de especies de *Lepidocyclina* dada por Keijzer (1945, p. 88; Bermúdez, 1950, p. 252) que incluye varias especies netamente oligocénicas.

Formación Consuelo (Eoceno Superior). Este nombre fue propuesto formalmente por Bermúdez (1950) para el Eoceno Superior representado en el

Tejar Consuelo (o Tejar Matos), capas superiores, en el Cerro, al sur de La Habana. El nombre había aparecido antes, pero sin definición, en Cushman y Bermúdez, 1949 y en Brodermann, 1949 (columna geológica, frente pág. 330). R. H. Palmer en 1934 había propuesto el nombre Príncipe para el Eoceno Superior, pero su localidad tipo en la Avenida Príncipe resultó corresponder al Eoceno Inferior, formación Universidad. En el Bosque de La Habana y en las cercanías del Central Hershey, hay buenos afloramientos de la formación, que consisten en marga calcárea blanda de color crema, con una microfauna muy rica. Bermúdez (1950) pp. 260-262 dio una larga lista de especies procedentes de dos muestras, entre las que podemos mencionar *Globorotalia cerroazulensis* Cole, que determina la edad Eoceno Superior; *Hantkenina alabamensis* Cushman; *H. brevispina* Cushman; *Globigerina* "apertura" Cushman (probablemente *G. ampliapertura* Bolli, presente en la zona más alta del Eoceno Superior en Trinidad); *Porticulasphaera mexicana* (Cushman); *Anomalina dorri* Cole; *Rotalia mexicana* Nuttall; *Rotalina mexicana* Cushman y *Tritaxilina mexicana* Cushman son algunas de las muchas especies bentónicas interesantes para correlacionar con la Chapapote superior de México.

La formación Consuelo está expuesta en ambos flancos del anticlinal La Habana-Matanzas. El espesor es poco considerable, probablemente no más de 100 metros.

Formación Guantánamo (Oriente). Darton (1926) propuso este nombre para lutitas blandas de color gris claro en la región de Guantánamo. Según este autor, las lutitas descansan en concordancia en la caliza Guaso en la parte norte de la cuenca, pero según Bermúdez cerca de la costa descansan en conglomerados potentes y estos a su vez sobre el complejo basal. La unidad tiene un espesor de 1.220 metros o algo más. Según Bermúdez, la microfauna es semejante a la de Consuelo, aunque en otra página (1950, p. 259) manifiesta que en varias partes del país, especialmente en Guantánamo, ha observado una fauna que parece transicional entre el Eoceno Superior y el Oligoceno. No da detalles sobre la fauna de Guantánamo.

Lewis y Straczek (1955, p. 190) admiten la equivalencia (errónea según Bermúdez) de San Luis y Guantánamo, siguiendo a Keijzer (1945, p. 84-85), pero según Bermúdez (1961, p. 89) aunque en la región de Guisa-Los Negros no se pueden ver las relaciones entre las dos por estar ausente San Luis, en otros lugares se ve claramente que las lutitas Guantánamo descansan en San Luis con marcada diferencia litológica.

Lewis y Straczek proponen el nombre de **miembro de conglomerado de Boquerón** para designar un conglomerado que según Darton, parece estar en el medio de la secuencia de lutitas.

Formaciones magmáticas. Bajo este título, Butterlin (1956, p. 46-47) señala que la actividad volcánica durante el Eoceno parece haberse concentrado especialmente en la región de Oriente, pero que, sin embargo, M. G. Rutten (1936 a, p. 25) indicó calizas tobáceas eocenas en el norte de la provincia de Las Villas y R. H. Palmer (1945, p. 20) señala actividad volcánica limitada en la provincia de Matanzas.

Según Taber (1934) y Mitchell (1955) las dioritas cuarcíferas de la Sierra Maestra serán del Eoceno Medio (límite entre las formaciones Cobre

La Isla de Cuba es la mayor de las Antillas Mayores, con una superficie de aproximadamente 108.050 kilómetros cuadrados. Su forma es alargada y estrecha, con unos 1.200 kilómetros de longitud en el sentido este-oeste y una anchura promedio de 90 a 100 kilómetros. Tiene la forma de un arco convexo hacia el norte, con rumbo general de N 65° E en el tercio occidental y de S 70° E en los $\frac{2}{3}$ orientales. Está comprendida entre los 19° 50' y 23° 15' de latitud norte y entre los 74° 8' y 84° 57' de latitud oeste de Greenwich.

El territorio nacional comprende, además de la isla principal, la Isla de Pinos al sur y alrededor de 1.600 pequeñas islas y cayos, entre las que podemos mencionar: el **Archipiélago de Sabana**, en la costa norte de las provincias de Matanzas y Las Villas; el **Archipiélago de Camagüey**, al norte de la provincia del mismo nombre, cuyas islas principales, de oeste a este son: Cayo Coco, Cayo Romano, Cayo Guayaba y Cayo Sabinal; en la costa sur, el **Archipiélago de los Canarreos**, al este de la Isla de Pinos; y los **Jardines de la Reina**, al suroeste de Camagüey. Informa Butterlin, que un levantamiento de 15 metros del fondo marino bastaría para unir todas estas islas con la isla principal. Fuera de esta región marina somera de la costa, la isla está circundada por mares profundos a saber:

Hacia el noroeste, por el Golfo de México, que ya a 35 km de la costa de Cuba llega a 2.000 metros de profundidad. Hacia el norte, el **Estrecho de la Florida**, de unos 150—250 km de ancho y 210 km de largo, la separa de la península de Florida. Por este estrecho, menos de 2.000 metros de profundidad, pasa la Corriente de Florida, que se une al norte de las islas Bahamas con la Corriente Antillana para formar la gran Corriente del Golfo. Al norte del Archipiélago de Sabana, el Canal Nicolás separa a Cuba del bajo fondo de Cayo Sal y más al este, el Canal Viejo de Bahamas, al exterior del Archipiélago de Camagüey, la separa del bajo fondo o banco de las Bahamas. Este canal se hace más profundo hacia el este, llegando a casi 1.600 brazas al norte de la provincia de Oriente. Hacia el sureste, Cuba se separa de la Isla Española por el **Paso de los Vientos**. Este se comunica hacia el oeste con la **Fosa de Oriente**, una prolongación de la **Fosa de Bartlett**, la que separa a Cuba de la Isla de Jamaica. La fosa de Oriente se continúa hacia el oeste en la de Bartlett, al norte de la cual se encuentra el levantamiento submarino del Gran Caymán, de la que salen las islas Caymán que políticamente corresponden a Jamaica. La fosa de Oriente llega a 3.958 brazas de profundidad. Entre el levantamiento submarino del Gran Caymán y la concavidad de Cuba occidental y central, está la **Cuenca Marina de Yucatán**, que se hace más profunda hacia el oeste, llegando a unas 2.575 brazas al sur de Cuba occidental. La plataforma continental de Cuba hacia esta cuenca de Yucatán es amplia, excepto al sur de la ciudad de Cienfuegos. Finalmente, el **Canal de Yucatán**, cuya profundidad llega a 2.000 metros, separa a Cuba de la Península de Yucatán hacia el oeste.

Cuba se divide en seis provincias, cuyos límites son casi perpendiculares a las costas norte y sur, y que son, de oeste a este: Pinar del Río, La Habana, que incluye la Isla de Pinos, Matanzas, Las Villas (antes conocida como Santa Clara), Camagüey y Oriente. En términos generales, los límites de las provincias corresponden a regiones naturales, las que pueden estudiarse con referencia a las divisiones políticas.

La isla tiene en general un relieve suave, a excepción de la parte sureste, donde al sur de la depresión del río Cauto y del valle de Santa Isabel de Nipe, se yergue la Sierra Maestra, que llega a 2.005 metros de altura. Otra región de elevación moderada comprende las Montañas de Trinidad, en el sur de la provincia de Las Villas, que llega a 1.156 metros.

Siguiendo las provincias de oeste a este, encontramos que en la provincia de Pinar del Río el relieve está dominado por una cordillera llamada de Guaniguanico, paralela a la costa septentrional y extendiéndose sobre unos 180 km con una anchura entre 6 y 14 kilómetros, y comprendiendo: la **Sierra de los Organos**, la **Sierra de Rosario** y **Las Lomas**. Hay llanuras costeras al norte y al sur, y hacia el oeste, la península de Guanahacabibes. La Sierra de los Organos se caracteriza por la presencia en el borde sur de su parte occidental, de masas de caliza llamadas "mogotes", que en Venezuela se llamarían morros, pero los que a diferencia de los morros de la Serranía del Interior de Venezuela, están formados por calizas jurásicas. En la parte oriental, las llanuras quedan reducidas a valles profundos y estrechos en las calizas, y el relieve sugiere el nombre de la sierra. La topografía cárstica está muy desarrollada. La sierra de El Rosario constituye la prolongación de la de Los Organos, hacia el noreste. Se describe como formada por sierras calcáreas paralelas de rumbo SO-NE, de pendiente menos escarpada que la Sierra de Los Organos, aunque formadas también por las Calizas de Viñales y con topografía cárstica. Su punto más elevado, el Pan de Guajaibón (728 metros) es el punto más alto de la provincia. Al norte y al sur de la Sierra de los Organos se encuentran colinas formadas por la formación Cayetano (= Matahambre). La altura de estas lomas, que Butterlin llama también las "alturas pizarrosas" está comprendida entre los 200 y los 400 metros.

La Isla de Pinos que políticamente pertenece a la provincia de la Habana, tiene una superficie de 3.061 kilómetros cuadrados, con una longitud máxima en el sentido oeste-este de 70 km y una anchura máxima de 55 km. La isla tiene forma de coma, siendo esencialmente circular con una prolongación hacia el suroeste. La parte septentrional está formada esencialmente de rocas metamórficas de edad incierta (Esquistos de Santa Fe y Mármoles de Gerona); comprende una llanura rodeada de colinas escarpadas dispuestas en círculo y cuya altura está generalmente comprendida entre 200 y 300 metros, con una altura máxima de 316 metros. La parte sur de la isla, estrecha y alargada, está formada esencialmente de calizas pleistocénicas. Entre las dos partes de la isla, al este de la Bahía de la Siguanea, está una zona cenagosa. La isla está separada de Cuba propiamente dicho, por el Golfo de Batabanó, que tiene unos 53 km de anchura.

Las provincias de la Habana y Matanzas constituyen una misma región natural, que se puede dividir en dos partes:

(1) Las **alturas de Habana-Matanzas**, en la costa septentrional, desde La Habana a Cárdenas, que comprende dos cadenas anticlinales, separadas por el valle sinclinal de Almendares-San Juan. Esta es una región de colinas más o menos aisladas por los valles y cuya altura raramente pasa de los 350 metros. En la cadena septentrional o anticlinal de **Habana-Matanzas**, hay lutitas cretácicas blandas que dan colinas bajas, rodeadas por calizas terciarias. En la cadena sur o anticlinal de **Madruga**, hay la misma dispo-

y San Luis). Según Mitchell (1953), las serpentinas del suroeste de Oriente son Eoceno Inferior o Medio.

OLIGOCENO

En publicaciones anteriores al Léxico Estratigráfico de Cuba, se indicaban tres formaciones en el Oligoceno: Tinguaro, (antes Adelina), inferior; Jaruco, medio y Cojimar, superior, tal como figuran en Bermúdez (1950) y Butterlin (1956). En el Léxico de Bermúdez y Hoffstetter (1959), se pasa la formación Cojimar al Mioceno, y se divide el Oligoceno entre dos formaciones: Tinguaro, Oligoceno Inferior a Medio; y Jaruco, Superior, con una nueva formación, Colón (Brödermann, 1945) como equivalente en edad a ésta. En 1961, Bermúdez precisa las correlaciones con las zonas de Bolli en Trinidad (1957) (vea Bermúdez, fig. 1, p. 49), que están indicadas en la tabla acompañante. En la tabla de Bermúdez, se tratan Jaruco (y correlativas) más Cojimar como "Oligoceno-Mioceno". En el texto, se les adscribe las mismas edades a Tinguaro y Jaruco como en 1959.

Formación Tinguaro. Este nombre fue publicado por R. H. Palmer (1933, p. 91; 1945, p. 5, 17) pero con anterioridad, D. K. Palmer y Bermúdez (1936 b) habían descrito una rica fauna de foraminíferos hallados en una localidad en un pozo de agua en la Finca Adelina en la provincia Matanzas. En la tabla de correlación del Cenozoico preparado por Cooke, Gardner y Woodring (1943), aparece bajo el Oligoceno Inferior de Cuba la "marga Tinguaro, marga de Adelina (Matanzas)". El nombre de Palmer vino del central Tinguaro, en el anticlinal de Colón en la provincia de Matanzas, 16 km al oeste de Adelina; D. K. Palmer y Bermúdez mencionaron la presencia de su marga fosilífera allá, lo mismo como en el central Alava, 5 km al norte de Adelina. Las capas de corte en la carretera Central cerca de Tinguaro, y las de Adelina, constituyen la parte superior de la formación Tinguaro, y son margas compactas, impermeables de color gris que meteorizan al amarillo claro. Más tarde, en el pozo Criollo No. 1 perforado por la Atlantic Refining Oil Company, en las cercanías de Colón, se atravesó más de 360 metros (1.200') de la formación, siendo factible una división en dos miembros, ambas margas calcáreas, pero con ligera diferencia de color: el miembro Adelina, superior y el miembro Alava, inferior (nombrado por Brödermann, 1943). En el pozo Criollo, Adelina tenía 185 metros de espesor y Alava, 242 metros (800' según Bermúdez, 1961, p. 60, pero 536' = 162 metros según las cifras en el Léxico, p. 8). La marga Alava no se encontró aflorando en esa región, sino en el subsuelo; es una marga calcárea color crema, que al ser lavada deja un residuo casi completamente formado de foraminíferos bien conservados, algunos ostrácodos, espigas de erizos y algunos otros restos marinos pequeños. La fauna se puede correlacionar estrechamente con la zona de *Globigerina ampliapertura* de la formación Cipero de Trinidad. En otras regiones (no precisadas) se considera que capas con *Lepidocyclina g'gas* y *L. (Eulepidina) favosa* Cushman, serán equivalentes a Alava (tal como fue postulado por Palmer, 1945, para toda la formación Tinguaro). Bermúdez postula una correlación con la formación Horcones de la cuenca de Tampico en México, pero informa que en Venezuela no ha encontrado una fauna comparable. La marga Alava descansa en margas del Eoceno Superior, con contacto al parecer transicional, siendo puesto el contacto donde desapa-

recen las especies eocénicas *Hantkenina alabamensis* Cushman y *Turborotalia centralis* (Cushman y Bermúdez).

La marga Adelina, es compacta, de color amarillento en los afloramientos, con una rica microfauna, 182 especies descritas por Palmer y Bermúdez, más otras muchas especies planctónicas no distinguidas en ese entonces. Bermúdez (1961, p. 40) correlaciona la formación con las zonas de *Globigerina ciperoensis ciperoensis* y *Globorotalia kugleri* establecidas por Bolli en la formación Cipero de Trinidad. La lista de especies planctónicas de Adelina en la localidad tipo es (Bermúdez, 1961, p. 58): *Cassigerinella chipolensis* (Cushman y Ponton), *Globigerina ciperoensis* Bolli y subespecie *angulissuturalis*, *Globigerina clarae* Bermúdez, 1960 (1961) (= *Globoquadrina sellii* Borsetti = *Globigerina oligocénica* Blow y Bonner), *G. fariasi* Bermúdez, *G. rohri* Bolli, *Globigerina cf. G. trilocularis* d'Orbigny, *Globigerinita riveroae* Bermúdez, *Globigerina unicava* (Bolli), *Globoquadrina globularis* Bermúdez, *Globoquadrina palmerae* Bermúdez, *Globoquadrina venezolana* (Hedberg), *Turborotalia increbescens* (Brady) y *T. mayeri* (Cushman y Ellisor).

La fauna de foraminíferos bentónicos es muy rica, con *Uvigerina adelinensis* Palmer y Bermúdez, y otras muchas especies, Bermúdez (1950, pp. 266-270) dio una lista de las especies, comparando la fauna con la de la formación "Huasteca" (ahora Alazán) de México, y con el "conjunto faunístico de Hackberry" según fue descrito por Garrett (1938) de la región del Golfo de los EE. UU. Murray (1961, vea fig. 6.38) correlaciona los estratos con el conjunto de Hackberry, con parte del "Frió" del subsuelo, equivalente a parte de su piso Chickasawhay, que viene inmediatamente encima del Vicksburg del subsuelo. La marga Alava presuntivamente correlaciona con Vicksburg. Murray, aunque pone Chickasawhay como el piso más bajo del "Neógeno" lo considera de una edad Oligoceno algo más probable que Mioceno. H. H. Renz (1948) menciona la marga Adelina y considera que es más antigua que la zona de "*Uvigerinella*" *sparsicostata* del grupo Agua Salada. Bermúdez (1961, p. 58) compara la fauna de Adelina con la de la formación Buenavista (inédita) del grupo Merecure, aunque la fauna venezolana es mucho menos rica y no tan bien conservada.

Informa Bermúdez que en lugares dentro y fuera de la cuenca del Llano de Colón hay sedimentos equivalentes en edad a Adelina, con una rica fauna de macroforaminíferos grandes. Las especies necesitan más estudio; algunas identificaciones dadas por Bermúdez en 1950 (p. 270) fueron las siguientes: *Lepidocyclina parvula* Cushman, *L. dilatata* Michelotti, *L. yurnagunensis* (Cushman) var. *morganopsis* Vaughan, *L. formosa* Sch'lumberger, *L. fragilis* Cushman, *L. piedrasensis* Vaughan, y *Operculinoides vicksburgensis* Vaughan y Cole.

OLIGOCENO? MIOCENO? — FORMACIONES JARUCO-TARARA-COLON

Formación Jaruco. Fue descrita por Bermúdez (1950, p. 270) quién lo atribuye a la Sra. D. K. Palmer, quién no llegó a publicarlo. El nombre de formación Jaruco apareció en de Albear (1941), así como en Brödermann (1945, 1949) pero solamente en cuadros. Bermúdez establece la localidad tipo en las cercanías de la villa de Jaruco, provincia de la Habana, en un corte en la línea de los Ferrocarriles Occidentales de Cuba (Bermúdez, Est.

614). En adición ver las observaciones que hace G. A. Seiglie (1960) sobre esta localidad. Allá las capas yacen en contacto concordante debajo de la formación Cojímar, y consisten en margas calcáreas de color crema, muy fosilíferas, con algunas arena calcárea. Bermúdez indicó otros varios afloramientos típicos, p. ej. en la Playa Tarará, provincia de la Habana; en la provincia de Pinar del Río, en la Academia Naval de Mariel, y en la carretera entre Caimito del Guayabal a Guanajay; en el pozo Baños No. 1 de la Standard Oil of Cuba, al sur de Paso Real de San Diego de los Baños, donde Jaruco descansa en Tinguaro y está cubierto por la formación Paso Real; en la llanura de Colón, y otras muchas regiones no precisadas, en Las Villas, Camagüey y hasta Oriente. No se indicó el espesor de la formación Jaruco.

Bermúdez (1950) no dio una lista de la fauna en el texto, aunque en las listas faunales al final de la publicación, se podría sacar mucha información de la tabla de las distribuciones estratigráficas de las especies en orden alfabético. Especies mencionadas como especialmente características fueron: "*Kelyphistoma*" (ahora *Almaena*) *alavensis* (D. K. Palmer), *Heterostegina antillea* Cushman, *Operculinoides antiquensis* Vaughan y Cole y *Lepidocyclina* cf. *L. asterodisca* Nuttall. Bermúdez (1961, p. 104) agrega como abundantes: *Rectuvigerina acuta* (Bermúdez), *R. transversa* (Cushman) var. *horquetensis* (Bermúdez), *R. multicostata* (Cushman y Jarvis) y *Globigerinita dissimilis* (Cushman y Bermúdez), que determina una correlación con las zonas de *dissimilis* y *stainforthi* en Trinidad. Bermúdez correlaciona la formación con la Coatzintla de México y (en parte) con la zona de *Robulus wallacei* en Falcón oriental, Venezuela. Debe correlacionar con el piso Anáhuac de Murray (1961) en la región del Golfo de EE. UU., donde hay dos especies de *Heterostegina* (*H. texana* y *H. israelskyi* de Gravell y Hanna, 1937) antes confundidas con *H. antillea*.

Formación Colón. Brödermann (1945) distingue con el nombre de formación Colón o "zona de *Heterostegina*" a capas que afloran en las cercanías de la Granja Escuela "Alvaro Reynoso" en las cercanías de la ciudad de Colón, provincia de Matanzas, en el anticlinal de Colón. Posiblemente el nombre podría usarse para la facies de aguas más someras de la formación Jaruco. Las capas descansan en las margas Adelina de la formación Tinguaro. El espesor no se ha indicado.

Formación Tarará. Brödermann propuso este nombre en una columna geológica (1945) sin describirla en el texto. La localidad de Playa Tarará, La Habana, fue mencionada por Bermúdez (1950) como una de la formación Jaruco, y no parece necesario proponer otro nombre, excepto quizás de facies. Bermúdez (1961) menciona *Miogypsina irregularis* (Michelotti) y *Lepidocyclina*, además de las especies pequeñas. Los sedimentos corresponden a aguas algo más someras que en la localidad tipo de Jaruco.

Formaciones descritas de Oriente que pueden ser al menos en parte oligocénicas son las siguientes:

Formación Maquey ("Maquay") (Oligoceno-Mioceno Inferior). N. H. Darton (1926) nombró esta formación en la cuenca de Guantánamo, derivándose el nombre de la Sierra Maquey, aunque no indicó una sección tipo. Se

trata de una serie de areniscas, calizas y margas, que afloran hacia el lado oriental de la cuenca de Guantánamo. El espesor, fide Schuchert (1935, p. 492) es casi 300 metros (975 pies). La formación descansa en las lutitas de Guantánamo, con contacto transicional. La edad de Guantánamo fue considerada como Oligoceno a Mioceno (fide Schuchert, vea también tabla de Cooke, Woodring y Gardner, 1943) aunque según el propio Schuchert lleva *Discocyclina* en la base, y según Bermúdez lleva una microfauna típica del Eoceno Superior. Darton consideró que la edad de Maquey sería Oligoceno o Mioceno, sin precisar; él había mandado macroforaminíferos a Cushman y a Vaughan, pero aparentemente no había recibido los resultados a tiempo para incluirlos en su informe. Después de Darton, la formación ha sido estudiada en parte por O. E. Meinzer (1933) y por F. G. Keijzer (1945), pero no parece que se haya descrito la secuencia litológica de las capas. Algunas localidades de la Sierra de Maquey mencionadas son La Piedra, las mesas altas al lado este del río Yateras, San Antonio y El Jigüe de la Argolla.

Los únicos fósiles identificados que reportó Darton, fueron dos erizos que habían sido identificados por Jackson (1922) y luego discutidos por Vaughan (1922, p. 107-122), quien los asignó al Oligoceno Superior, parte superior.

Cushman (1920, sobre las especies americanas de "*Orthophragmina*" y *Lepidocyclina*), sin mencionar la formación Maquey, describió las siguientes especies provenientes de localidades que corresponderán a la formación:

Lepidocyclina subraulinii Cushman (1919, p. 73)

(cuyo holotipo proviene del Eoceno de Nuevitas, Cuba).

Lepidocyclina morgani Lemoine y R. Douvillé (Cushman, 1919, p. 74), una especie descrita del Aquitaniano de Europa.

Lepidocyclina marginata (Michelotti) (Cushman, 1919, pp. 73-74).

Lepidocyclina crassata Cushman (Cushman, 1919, pp. 74-75).

Lepidocyclina canellei Lemoine y Douvillé var. *yurnagunensis* Cushman, 1919 (que Vaughan y Cole, 1941, p. 72, elevan al rango de una especie como *Lepidocyclina* (*Lepidocyclina*) *yurnagunensis*).

Lepidocyclina sumatrensis (Brady) (p. 76).

Vaughan (1933) en su estudio de las *Lepidocyclinas* americanas, describió como nuevas las siguientes especies de una localidad que corresponde a Maquey: ladera norte de La Piedra, al noroeste de Jamaica, al noreste de Guantánamo.

Lepidocyclina (*Nephrolepidina*) *piedrasensis* Vaughan

Lepidocyclina (*Nephrolepidina*) *crassimargo* Vaughan

Lepidocyclina (*Nephrolepidina*) *dartoni* Vaughan

Keijzer (1945, p. 92-97) dio una lista de *Lepidocyclina* provenientes de la formación Maquey: *crassimargo* Vaughan, *dilatata* (Michelotti), *gigas* Cushman, *formosa* Schlumberger, *fragilis* Cushman, *parvula* Cushman, *piedrasensis* Vaughan, *undosa* Cushman, *wetherellensis* Vaughan y Cole, *yurnagunensis* Cushman y *yurnagunensis* var. *morganopsis* Vaughan. En adición mencionó especies de *Operculinoides* y *Heterostegina*.

Las identificaciones sugieren que en la formación Maquey están representados equivalentes de al menos el miembro Adelina y posiblemente el miembro Alava también.

Keijzer dio una extensa lista de especies pequeñas (vea Bermúdez, 1950, pp. 273-276). Entre estas, es interesante que de cuatro localidades reportó *Globigerinita dissimilis* (Cushman y Bermúdez), que indicarían una correlación con Jaruco. Según Bermúdez (1950, p. 276) la microfauna de Keijzer procedía de la parte media e inferior de la formación; mientras que Bermúdez, en las cercanías de Vega Grande y 5 km al este de San Antonio, consiguió una fauna que se compara estrechamente con la de Cojímar (antes referida al Oligoceno Superior, ahora al Mioceno Inferior). Según datos, Maquey en su totalidad correlacionaría con Tinguaro (en parte o en total), Jaruco y Cojímar.

"Serie" de Nipe. Este nombre fue aplicado por Keijzer (1945, p. 50) a las capas que forman la cuenca de Nipe. En los bordes de la cuenca aparecen como calizas amarillentas, interestratificadas con margas y arcillas. En la parte central de la cuenca se encuentran arcillas margosas, interestratificadas con calizas areniscas y conglomerados. No se menciona el espesor.

Keijzer no logró subdividir la secuencia, aunque es muy fosilífera, con una fauna que corresponde en general a aguas poco profundas (corales, macroforaminíferos, abundantes algas coralíneas como *Lithothamnion*). Los macroforaminíferos citados por Keijzer (1945, p. 51) son:

Heterostegina texana Gravell
Lepidocyclina antiguensis Vaughan y Cole
Lepidocyclina canellei Douvillé
Lepidocyclina dilatata (Michelotti)
Lepidocyclina giraudi Douvillé
Lepidocyclina formosa Schlumberger
Lepidocyclina fragilis Cushman
Lepidocyclina parvula Cushman
Lepidocyclina parvula var. *crassicostata* Vaughan y Cole
Lepidocyclina perundosa Cushman
Lepidocyclina subraulinii Cushman
Lepidocyclina yurnagunensis Cushman
Miogypsina spp.
Miogypsinoides sp.
Operculinoides antiguensis Vaughan y Cole
Operculinoides semmesi Vaughan y Cole

Keijzer interpretó la edad como desde el Oligoceno Inferior hasta el Mioceno Medio, opinión con que concuerda Bermúdez, pero en nuestro concepto, la evidencia no sugiere un intervalo tan largo, sino más bien una correlación como "Oligoceno Superior" según la interpretación que Cole ha dado a éste últimamente en Panamá, etc., o sea una correlación con Jaruco y Adelina. Las especies citadas, no demuestran una correlación con Cojímar.

Butterlin menciona también que hay complicaciones con la edad postulada por Keijzer. Este mismo admite movimientos orogénicos entre el Eoceno Superior y el Oligoceno Medio o Superior en el borde noroccidental de la cuenca de Nipe.

Woodring y Daviess (1944, p. 382) suponen deformaciones orogénicas en la Sierra Maestra al final del Oligoceno o principios del Mioceno. Sería extraño que tales movimientos no se manifestaran solamente en el borde sur de la cuenca de Nipe.

Brecha de Farallón Grande. Se trata de una brecha de gran espesor (1.520 metros por lo menos) que se presenta al parecer en el extremo occidental (vea nota de Hoffstetter en el Léxico) de la cadena del Pico Turquino, y que fue nombrada por Taber (1934, p. 581-583). Contiene calizas con foraminíferos del Eoceno Superior, tobas y andesitas, con bloques hasta de 7 metros o más de diámetro. Se ha interpretado la brecha como el resultado de dos ciclos diferentes de actividad explosiva y de consolidación, durante el Oligoceno.

MIOCENO

Formación Cojímar (R. H. Palmer, 1934, p. 134). Este nombre fue dado por el Dr. Palmer a margas blandas de color blanco y cremoso. Según Palmer, el nombre viene de la garganta de Cojímar, 4 millas al este del castillo del Morro en La Habana. Esta garganta está al sur de la villa de Cojímar y en el flanco norte del anticlinal de La Habana-Matanzas. Sin embargo, la Sra. Palmer en 1940, al describir la fauna de foraminíferos, manifestó que el afloramiento en la localidad nominotípica no es muy satisfactorio, y que el mejor afloramiento se encuentra unos 3 kilómetros al oeste, y aproximadamente 1 km al este de Casa Blanca, donde las capas descansan en discordancia en el Eoceno Inferior, y pasan arriba a las de la formación Güines. Otra buena sección se indicó en la garganta del río Yumurí en Matanzas, donde el río atraviesa los cerros en el extremo oriental del anticlinal La Habana-Matanzas. En este corte, se dice que están expuestos unos 650 pies de la formación. La Sra. Palmer indicó muchas localidades donde aflora la formación, en las provincias de la Habana y Matanzas, e informó que varias muestras indican también su presencia en las cercanías de Guajay, Artemisa y Mariel en Pinar del Río, pero ella no incluyó estas muestras en el estudio.

R. H. Palmer (1934) expresó que posiblemente la formación sería equivalente a la "caliza de Bejucal" de De Golyer (1918), término insuficientemente definido, ya que en Bejucal y hacia el este afloran Eoceno y Oligoceno, y una milla al noroeste del pueblo aflora también la parte basal de la formación Güines. Schuchert (1935, p. 509) cita esta formación, a la que atribuye un espesor de 3.000-3.500 pies. El término ha sido abandonado.

La fauna de Cojímar comprende abundantes espinas de erizos, briozoarios, balánidos, moluscos (principalmente *Pecten*) y foraminíferos, con escasos erizos, ostrácodos y dientes de tiburones. La Sra. Palmer describió 203 especies y variedades de foraminíferos, señalando que el conjunto sugiere un ambiente de aguas de 190 brazas o más profundas, aunque hay algunas formas

que habrán vivido en aguas más someras. Cushman (1919) había identificado algunas especies de la garganta del Yumuri y Hadley (1934) describió 11 especies de la misma localidad, notablemente *Cibicorbis herricki* Hadley que es la *Valvulineria herricki* (Hadley) utilizada por Renz (1948) para caracterizar una zona en el grupo Agua Salada.

En 1950, Bermúdez propuso dividir la formación en tres zonas faunales basadas en los foraminíferos pequeños; de arriba abajo, estas zonas, con las localidades típicas, son:

ZONA	LOCALIDAD
<i>Uvigerina cubana</i> Hadley	Tumbadero, Río Canimar, Matanzas
<i>Siphogenerina lamellata</i> Cushman	Finca El Junco, Limonar, Matanzas
<i>Siphogenerina transversa</i> Cushman	Cortes de Cojimar y Casa Blanca, La Habana

En 1961 (p. 73), Bermúdez considera que estas zonas pueden también considerarse como miembros de la formación, ya que además de las diferencias faunales presentan diferencias litológicas a saber:

La zona de *Uvigerina cubana* comprende margas muy compactas de color amarillo. Estas capas llevan *Cibicorbis herricki* y entre los foraminíferos planctónicos, *Globorotalia fohsi robusta*.

La zona de *Siphogenerina lamellata* es una marga calcárea muy masiva de color blanco. Además de la especie típica contiene abundante *Uvigerina carapitana* Hedberg, y entre las especies planctónicas, *Globorotalia fohsi* Cushman y Ellisor (s. str.). Bermúdez (fig. 1, p. 49) correlaciona esta zona con las de *fohsi fohsi* y *fohsi barisanensis* de la formación Ciperó en Trinidad. Este es el único miembro para el cual se ha sugerido un nombre geográfico, Limonar (que aparece en el Léxico y en 1961 como "formación" Limonar). Como tal, había figurado en una columna geológica de De Albear (1941, p. 564) y una de Brödermann (1945, p. 144). En la Finca El Junco, se perforaron 30 metros del miembro en búsqueda de agua, ignorándose el espesor total del miembro. En el Léxico, Bermúdez expresó cierta incertidumbre sobre la referencia a las capas de Limonar a Cojimar, ya que escribe que "estas capas muy calcáreas siempre se observan superpuestas a las capas típicas de la formación Cojimar", pero en 1961 suprime esta observación y hace en definitivo la correlación de Limonar con la zona de *S. lamellata*.

La zona de *S. transversa* se describe como formada de capas gruesas de margas calcáreas (no se explica como se distinguen de las otras de la formación). En la fig. 1 se correlaciona con la mayor parte de la zona de *Globigerinella insueta*.

Hasta no tener un estudio detallado de la formación, sería preferible dejar las divisiones antecedentes con el rango de zonas.

Bermúdez (1950) informó haber encontrado afloramientos de la formación Cojimar en Oriente; con más precisión, se hubiera dicho de la fauna típica, ya que menciona que litológicamente son lutitas o arcillas de color gris. Menciona en especial extensos afloramientos en las inmediaciones de

Vega Grande, cerca de Yateras, Guantánamo. Sería interesante saber si estas corresponden a la formación Guantánamo, a la que los investigadores norteamericanos habían asignado una edad Oligoceno Superior o Mioceno (vea Schuchert, 1935, p. 492) y la que por su gran espesor bien podría incluir capas de distintas edades.

Formación Paso Real. Bermúdez (1950, pp. 283-284) propuso este nombre para sedimentos de aguas someras en la vertiente sur de la provincia de Pinar del Río, que correlacionan con Cojimar y con la formación suprayacente Güines (vea más adelante). Estos sedimentos están atravesados longitudinalmente por la carretera central de Pinar del Río y toman su nombre de Paso Real en la carretera a San Diego de los Baños. Woodring (1923, p. 8) había usado el nombre informal de "capas de Consolación" para una caliza cerca de Consolación del Sur en Pinar del Río, que se incluye en la formación. Se trata de conglomerados costeros groseros, arenas y gran cantidad de marga calcárea, hasta unos 300 metros en espesor ($\pm 1.000'$) según se comprobó en varios pozos profundos taladrados en el sur de la provincia en búsqueda de petróleo.

La formación lleva una macrofauna considerable de moluscos, erizos, corales, etc., pero parece que no ha sido descrita, excepto por *Orthaulax bermudezi* Clench y Aguayo. Conchas de este género y tubos de *Teredo* son especialmente abundantes en la parte inferior de la formación. La microfauna contiene abundantes foraminíferos de las familias típicas de aguas cálidas y someras —*Miliolidae*, *Peneroplidae*— lo que le da un aspecto muy moderno, puesto que ha habido poca evolución en estas formas desde el Mioceno hasta la actualidad. Bermúdez mencionó *Amphisorus matleyi* Vaughan, descrito del Mioceno de Jamaica (niveles superiores de la Caliza Blanca, formaciones Newport y May Pen, cuya edad Butterlin da como Mioceno Inferior. En la parte más baja de la formación Paso Real, hay abundantes ejemplares de *Miogypsina intermedia* Drooger, la que desaparece totalmente en la parte más alta de la formación.

Formación Güines. Este nombre fue introducido por el Barón Alejandro de Humboldt (1826 a, b) como "calcaire des Güines" y "caliza Güines"; no le asignó una edad geológica, pero la comparó con las calizas de los montes Jura de Europa por su topografía cárstica. No se ha designado una localidad precisa como tipo, pero el nombre se deriva de Güines en la provincia de la Habana. Humboldt (1826 b, p. 54) alude a "la cadena de colinas que bordea la llanura de Güines hacia el norte", y Palmer (1934) dice que la formación está bien expuesta al norte de Güines; por otra parte, Bermúdez (1959, p. 46 y 1961, p. 91) habla de las capas al sur de la villa Güines.

Según R. H. Palmer, en superficies frescas y en el subsuelo, la caliza es frecuentemente blanda, porosa, friable, de color blanco puro, y formada casi en su totalidad por fragmentos de conchas, y de corales, siendo frecuentes grandes masas de coral. En la superficie, sin embargo, la formación presenta calizas duras, macizas, blancas a rojizas, con superficie áspera descrita como "dientes de perro". Produce una topografía cárstica donde son frecuentes las cuevas y cavernas, y faltan ríos superficiales, por la gran porosidad de la formación. Su desintegración eventual da suelos rojos muy apreciados para el cultivo de la caña de azúcar; estos forman las "llanuras

rojas" de La Habana-Matanzas y la llanura de la Trocha en Camagüey occidental.

La caliza Güines está bien expuesta en la garganta del río Yumurí cerca de Matanzas, donde De Golyer (1918) la describe bajo el nombre de *caliza Yumurí*. Schuchert (1918, p. 507) da el espesor de Güines en esta abra como entre 750 y 850 pies, pero parece que está incluido el espesor de Cojimar, puesto que Bermúdez (1950, p. 301) indica el espesor de Güines en la misma sección como 120'. Palmer (1934, p. 35) informa que en la provincia de la Habana el máximo espesor es de 150'. Pero según Schuchert, se perforaron 1.670 pies de la "caliza Yumurí" en un pozo y Bermúdez asegura que el espesor puede llegar a los 1.000'.

R. H. Palmer (1934, p. 135) alude a "margas locales blandas, de color pardo claro, que llevan una fauna que sugiere fuertemente una edad Mioceno" en la carretera central entre Cotorro y San Francisco de Paula, 15 km al sureste de La Habana, pero no da detalles. Según Bermúdez, aquel autor se confunde al aludir a *Lepidocyclinas* y *Miogypsina* en la fauna de Güines, ya que precisamente uno de los aspectos que distingue Güines de Cojimar y Paso Real es la ausencia de macroforaminíferos.

Según Bermúdez (1950, p. 277) Güines descansa en Cojimar en discordancia en la garganta del Yumurí y está cubierta en discordancia por la formación Canímar.

Diversas opiniones han sido expresadas sobre la edad de Güines, siendo la más plausible que es Mioceno Medio.

Salterain (1880) la consideró del Mioceno, pero luego Cooke (1919, p. 113, 135) en base a los moluscos, y Jackson (1922, pp. 38, 46) en base a los equímodos, la refirieron al Oligoceno, tal como habían hecho Hayes, Vaughan y Spencer (1901) al estudiarla en la garganta del Yumurí. Sánchez Roig, el especialista cubano en equímodos, en 1926, rectifica la correlación de Jackson, correlacionando la fauna como Mioceno. Cooke, Gardner y Woodring (1943) correlacionan Güines como la parte más alta del Mioceno Inferior. Brödermann (1940) y Bermúdez (1950) la refieren al Mioceno Inferior, correlación seguida por Butterlin (1956) quien menciona *Amphisorus matleyi* entre los foraminíferos, *Ostrea haitiensis* y *Clypeaster lanceolatus*. Bermúdez (1961, fig. 1, p. 49) la refiere al Mioceno Medio, y la correlaciona con la zona de *Marginulinopsis basispinosus* y *Globorotalia menardii*. Esta correlación se basará en su posición por encima de Cojimar, ya que la fauna de foraminíferos consiste casi exclusivamente en formas de aguas someras y cálidas, Miliólidos y Peneróplidos. Se supone que corresponde a la parte superior de la formación Paso Real de Pinar del Río.

Dos formaciones miocenas de la provincia de Oriente cuyas correlaciones son algo inciertas son las formaciones La Cruz y Manzanillo que describiremos a continuación.

Formación La Cruz. Schuchert (1935, p. 504) atribuye este nombre a Vaughan (1918), aunque Bermúdez la cita de la publicación mejor conocida de 1919, el Boletín 103 del U. S. National Museum. Vaughan la llamó la marga de La Cruz, y (fide Schuchert) dio como localidad tipo un corte en el ferrocarril que va hacia el este desde La Cruz, que está en el lado oriental

de la bahía de Santiago. Según Schuchert, se describió como margas y calizas, pero Woodring y Daviess (fide Butterlin) expresan que hay pocas margas y que se trata principalmente de calizas de grano grueso con capas de arenas y conglomerados. El espesor según Keijzer, será de 130 metros (fide Butterlin). Vaughan la correlacionó como aproximadamente equivalente a la formación Bowden de Jamaica, pero Woodring (1928, p. 61) señala que esta correlación se basó en los corales. Cooke (1919, p. 103-106) había comparado los moluscos de La Cruz con especies de la formación Anguilla de Las Antillas Menores y con la caliza de Tampa de Florida, que ha sido llamada Mioceno Inferior. Woodring nota que *Pecten ventonensis* Cooke, de La Cruz, puede ser un nombre con prioridad sobre *P. barrettii* Woodring, de Bowden. La marga La Cruz tiene *Ostrea haitiensis*, que en la República Dominicana se presenta en la formación Gurabo, pero que en Haití se halla en la formación Las Cahobas y en capas cerca de Puerto Príncipe. Cooke, Gardner y Woodring (1943) correlacionaron La Cruz como Mioceno Medio, con una nota expresando su probable equivalencia con "la marga sin nombre en Río Yumurí, Matanzas", o sea presuntamente las capas que Bermúdez, 1950, nombró formación Canímar. Bermúdez (1950, p. 299) reporta de la formación La Cruz, entre otras especies de aguas someras: *Amphistegina angulata* Cushman, *Amphisorus matleyi* Vaughan, *Elphidium* cf. *E. guraboense* Bermúdez y *Gypsina pilaris* (Brady). La evidencia en general, pues, parece indicar una edad de Mioceno Medio, y una correlación con la formación Canímar del oeste de Cuba, y con la Gurabo de la Isla Española.

Formación Manzanillo. Taber (1934, pp. 586-588) aplicó este nombre a margas calcáreas de color amarillo o gris-claro, bien estratificadas, que pueden pasar a calizas arcillosas o a arcillas o a areniscas, que están bien expuestas en las colinas al sureste de la ciudad de Manzanillo en el Golfo de Guacanayabo, provincia de Oriente, desde donde se extienden a lo largo de la costa por toda la península de Cabo Cruz en elevaciones de 180 a 200 metros pero sin extenderse mucho tierra adentro. Fósiles procedentes de la formación fueron recogidos por Taber e identificados por W. C. Mansfield, e incluyen, entre otras especies: *Orthaulax aguadillensis*, *Pecten* cf. *perplexus*, *P. aff. ventonensis*, *P. cf. gibbus*, *Metis trinitaria*, *Malea camura*, *Clypeaster caudatus*. Mansfield le asignó a la formación una edad probable de Mioceno Inferior. Bermúdez (1950, p. 295) correlaciona la formación Manzanillo con la Güines de Cuba occidental, la que en ese entonces refirió al Mioceno Inferior, pero en 1961 al Mioceno Medio. La edad, pues sería ligeramente más antigua que la formación La Cruz.

Formación Canímar. Bermúdez (1950, p. 295) dio este nombre a una formación del occidente de Cuba, con la localidad tipo aproximadamente a 3 kilómetros al sur de la desembocadura del Río Canímar, en la provincia de Matanzas. Allí es una marga de color crema, bien estratificada, con abundantes restos de microfósiles, principalmente fragmentos de grandes *Ostrea*. En otras localidades próximas, las margas están endurecidas, formando caliza margosa. La misma formación aflora en la carretera central entre La Habana y Matanzas (kilómetro 94) y en la entrada oriental de la ciudad de Matanzas, donde es una marga arenosa con enorme cantidad de ejemplares de *Gypsina pilaris* (Brady), por cuyo motivo Brödermann (1940, p. 20; 1942, p. 17) había usado el nombre de "Capas de *Gypsina*". Como

señala Buetterlin, es lamentable que Bermúdez haya usado el nombre de Canímar, que fue propuesto por Brödermann (1943) para capas del Plioceno para las que existía el nombre anterior de formación Matanzas de Spencer (1894).

Otras localidades mencionadas por Bermúdez correspondientes a su formación Canímar fueron: la localidad 2 km al sur del kilómetro 5.5 en la carretera Cárdenas-Varadero, de donde la Sra. Palmer describió "*Camerina*" (ahora *Operculinoides*) *chawneri*; y en el Abra de Yumurí de Matanzas, donde hay 150 pies (45 metros) de caliza margosa que descansa en la formación Güines, y están cubiertas por la formación El Abra.

Bermúdez (1950, pp. 297-298) dio una lista de especies de foraminíferos de Canímar, entre las que son más interesantes: *Angulogerina* *eximia* Cushman y Jarvis, *Amphistegina* *guraboensis* Bermúdez, *Cuneolina* *lata* Cushman, *Gypsina* *pilaris* (Brady), *Operculinoides* *chawneri* (Palmer) y *Planularia* *woodringi* Palmer. Esta fauna se parece mucho a las de las formaciones Gurabo de Santo Domingo, Bowden de Jamaica y (en cuanto a las especies de aguas más profundas) con las capas de Port-au-Prince, Haití. La edad será Mioceno Medio. Bermúdez considera que es correlativa con la formación La Cruz, pero que corresponde a aguas moderadamente profundas.

Esta formación debe corresponder a la "caliza margosa y arcilla calcárea en Río Canímar" que Cooke, Gardner y Woodring (1943) refirieron al Mioceno Superior, además de la "marga sin nombre en Río Yumurí" que ellos correlacionaron como Mioceno Medio. Los macrofósiles de la formación Canímar no han sido descritos.

Formación El Abra. Bermúdez (1950, p. 300) propone este nombre para arcillas, areniscas y conglomerados expuestos en El Abra del Río Yumurí, en el extremo oriental del gran anticlinal La Habana-Matanzas, donde están expuestos unos 50 metros (160 pies). Son capas de arcilla de color pardo rojizo, y areniscas con muchas impresiones de hojas fósiles y tallos de plantas. En los conglomerados hay una especie grande comparada con *Pecten pittieri* y que Bermúdez (comunicación personal) cree que es la misma especie descrita de las formaciones de Cumaná y Playa Grande de Venezuela como *P. arnoldi* Aguerrevere. La formación El Abra, según Bermúdez parece ser muy local, no encontrándose en la garganta del Río Canímar que está a corta distancia del Río Yumurí, ni en otra localidad en el occidente de Cuba. Sánchez Roig ha reportado *P. pittieri* de Guantánamo en Oriente, donde debe corresponder al mismo nivel pero no la misma formación geológica.

Bermúdez no encontró sino foraminíferos redepositados en la formación. El correlaciona la formación como el Mioceno más alto, muy plausiblemente, en vista de que Weisbord (1962), en base a su estudio de los gasterópodos del grupo Cabo Blanco, cree que la formación Playa Grande puede tener una edad que va desde Mioceno Superior al Plioceno. Estas capas con *Pecten pittieri*, parece que han sido incluidas por algunos autores en el Plioceno; Schuchert (1935, p. 501) menciona que el Plioceno "se conoce en las cercanías de Guantánamo con *Pecten pittieri*, y en capas fosilíferas cerca de La Habana (Sánchez Roig, 1920 a)".

Formación Matanzas. Spencer (1894, a, b, 1895) propuso el nombre de Matanzas (que llamó ya formación, ya serie, las calizas) para capas en las cercanías de dicha ciudad, más precisamente en la garganta del río Yumurí. Bermúdez (1950, p. 302) establece la localidad tipo en el río Canímar de Matanzas, aproximadamente 800 metros arriba de la desembocadura, donde afloran unas gruesas capas de caliza margosa con un lente intercalado de arcilla calcárea de unas 6 pulgadas de espesor. Palmer y Bermúdez (1936 a) describieron una fauna de dicha localidad, pero en ese entonces no precisaron la edad, limitándose a indicar que era del Terciario Superior y del Mioceno Superior o Plioceno. Otros afloramientos mencionados por Bermúdez (1950) fueron: en excavaciones en Pueblo Nuevo, Matanzas y en la parte superior del abra del río Yumurí, donde se observó un espesor de unos 50 pies. En el Léxico, sin embargo, Bermúdez considera que la cifra de 200' dada por Spencer es plausible. Pero nota también Hoffstetter (1959, p. 72) que es posible que Matanzas como fue interpretada por Spencer, incluía también una parte del Mioceno Superior (formación El Abra) o hasta del Medio (formación Canímar).

Según Bermúdez, la formación "Canímar" de Brödermann que éste refirió al Mioceno Superior, es la misma cosa que la Matanzas del Plioceno. La formación no ha sido identificada en otros lugares del país.

La formación Matanzas proporcionó una fauna de 105 especies de foraminíferos, de las cuales, según los autores, aproximadamente la mitad viven actualmente en aguas someras en las costas. La fauna nos sugiere una mezcla de especies de aguas someras y más profundas, con una abundancia de globigerínidos y *Globorotalia menardii*, una diversidad de especies de *Lagena*, *Seabrookia*, etc., sugiriendo aguas profundas, mientras que por otra parte la abundancia de *Reussella spinulosa* sugiere aguas someras (fide la zona de *Elphidium poeyanum* - *Reussella spinulosa* en el grupo Agua Salada, aunque aquí en la formación cubana las especies de *Elphidium* son escasas con la excepción de *E. advenum*). Palmer y Bermúdez notaron las siguientes especies de la fauna como restringidas al Mioceno Superior y Plioceno en Florida: *Bolivina marginata multicostata* Cushman, *B. pulchella* primitiva Cushman, *Loxostoma gunteri* Cushman y *Spirillina orbicularis* Bagg. Conocidas de Cuba solamente en el Terciario Superior (¿Mioceno?) ellos indicaron: *Amphistegina floridana* Cushman y Ponton, *Angulogerina carinata bradyana* Cushman y *Discorbis cushmani* Palmer y Bermúdez. Se describieron 12 especies como nuevas y un nuevo género, *Cushmanella*. Entre las nuevas formas, son comunes o abundantes *Discorbis cushmani* Palmer y Bermúdez, *Anomalina canimarensis* Palmer y Bermúdez y *Planulina edwardsiana* var. *canimarensis* Palmer y Bermúdez.

Bermúdez (1950, p. 302) menciona que hay también varias especies de moluscos que han sido estudiadas por Aguayo, Clench y Borro, (1936, 1946, b) pero no cita especies. En 1950 compara la formación con la Caloosahatchee de Florida.

Caliza de Punta Maisí. Este nombre fue dado por Taber (1934, p. 588) a calizas y margas que sostienen las terrazas de Punta Maisí en el extremo oriental de la provincia de Oriente. No hay más datos sobre estas calizas, que han sido señaladas en varios mapas como pleistocenas, pero que Taber refirió dudosamente al Mioceno. Butterlin las menciona

bajo el Mioceno Superior, siguiendo a una conjetura de Bermúdez (1950, p. 301) de que podrían posiblemente ser equivalentes de la formación El Abra, idea que repite en 1961 (p. 45).

PLEISTOCENO

Varios autores se han ocupado del estudio de las terrazas marinas que se presentan en Cuba en varios niveles, a saber: Agassiz (1893), Hill (1894, 1895), Hayes, Vaughan y Spencer (1901), Vaughan (1919), Meinzer (1933), Taber (1934), Schuchert (1935), Corral (1945) y Marrero (1950). Estas terrazas tienen su mayor desarrollo en la región de Punta Maisí donde Marrero reconoce 7 niveles, de las cuales las 3 superiores serán del Plioceno. Según Taber, las terrazas pleistocenas más elevadas en esa región alcanzan 300 metros de altura y 15 kilómetros de anchura. En cambio, más al norte en la región de Holguín, no pasan de 45 metros de altura. En la provincia de Matanzas, alcanzan 90 metros. En la de La Habana, Vaughan reconoce 4 niveles situados respectivamente a los 60, 30, 5 y 2 metros sobre nivel del mar. También se mencionan terrazas sumergidas a 9 y 18 metros, que según Schuchert (1935, p. 500) traducen la emersión de la isla durante las etapas glaciales.

Hill (1894, p. 206-210; 1895, p. 267-270) propuso una nomenclatura para designar las terrazas o mesetas recomendadas por Agassiz en la parte oriental de la Isla, distinguiendo:

- 1) el nivel del Yunque (Yunque level, mal escrito Junki en 1894), de 540 metros de altura, probablemente del Plioceno según Schuchert;
- 2) el nivel de la Cuchilla, a 150-180 metros, que debe corresponder al Pleistoceno antiguo;
- 3) tres terrazas o playas levantadas, escalonadas a los 100, 50 y 15 metros respectivamente, que constituyen las terrazas de La Habana;
- 4) El Seboruco (o Soboruco), arrecifes levantados que no pasan de 12 a 15 metros de altura. Se trata de un nombre local usado en Cuba para designar una caliza porosa o cavernosa. Al parecer, la primera forma del nombre es la correcta, aunque como soboruco, aparece ya en Humboldt, quien lo aplica a las calizas cavernosas cubanas tanto terciarias (Güines) como modernas, p. ej. la roca formada por fragmentos de madreporas observada por él en los cayos en el archipiélago de los Canarreos y que llama, el aglomerado calcáreo de los Cayos.

Brödermann (1943) aplicó el nombre de formación Jaimanitas a los depósitos del Pleistoceno marino en la provincia de la Habana. La localidad tipo está en las cercanías de Jaimanitas, urbanización de Marianao, y consiste de un arrecife costero de 2 metros de altura con muchos microfósiles en buen estado de conservación. El nombre ha sido aplicado después a capas semejantes en varias partes de la Isla. F. G. Richards (1935, p. 256-258) dio una lista de las especies procedentes de 12 localidades, principalmente de las provincias de Pinar del Río y Matanzas. C. G. Aguayo (1938) publicó sobre una extensa colección de moluscos recolectados por Bermúdez en la costa de la Estación Naval de Guantánamo, y finalmente, M. L. Jaime

e Isabel Pérez Farfante (1942) estudiaron varias muestras de la bahía de Matanzas, dando una lista que comprende 177 especies (ver Bermúdez, 1950, p. 307-308). Casi sin excepción son especies recientes que se conocen de los mares actuales de poco fondo que rodean a Cuba.

El espesor de los sedimentos es limitado, pero puede llegar a 60 metros en algunos lugares.

En Oriente, en la planicie de Pílon, Taber (1934) atribuye dudosamente al Pleistoceno las margas Las Puercas, que están expuestas también en la garganta del río Las Puercas, 40-45 km al este de Cabo Cruz. Estas margas contienen corales y varios moluscos que fueron identificados por W. C. Mansfield. A Taber estas margas le parecían más antiguas que la caliza costera (coastal limestone).

En varios lugares, especialmente en la provincia de Las Villas, Spencer (1894, a, b, 1895) se refiere a una formación o gravas de Zapata, nombradas por la península al oeste de Cienfuegos, pero cuya mayor sección se encuentra cerca de Trinidad. Típicamente la unidad comprende unos 3 metros inferiores, constituida de guijarros, y una parte superior, 0,3-3 metros formada por suelos arcillosos rojos. Spencer identificó estas capas en la costa norte también, en Sagua la Grande, Matanzas y La Habana. Descansa en la formación Matanzas o sobre capas más antiguas. Su espesor máximo es de 30 metros. Spencer atribuyó la unidad al Pleistoceno, pero Hoffstetter opina que puede incluir niveles más recientes.

En la Isla de Pinos, Hayes, Vaughan y Spencer (1901) aplicaron el nombre de gravas Mal País para las gravas que cubren gran parte de la Isla. El tamaño de los granos va desde el de arena hasta guijarros de unos 5 cm de diámetros. Estas gravas están fuertemente impregnadas por óxidos de hierro y manganeso que les da un color rojo a negro. El espesor varía desde unos pocos centímetros a quizás 3 ó 4 metros. Estas capas forman los terrenos ondulados del interior de la Isla.

Finalmente, en varios depósitos y especialmente los rellenos de cuevas, se ha encontrado una fauna bastante numerosa, de reptiles en parte (*Crocodylus*, *Testudo*) pero sobre todo de mamíferos: Hay Insectívoros (*Nesophontes*, *Solenodon* (*Atopogale*); Desdentados Megalonídeos (*Megalocnus*, *Microcnus*, *Mesocnus*, *Acratocnus*); Roedores Nototrogomorfos (*Capromys*, *Geocapromys*, *Boromys*) y Murciélagos. Esta fauna, en su mayor parte extinguida hoy día, pertenece al Pleistoceno Superior o aún al principio del Holoceno. No se conocen los antecesores locales, que han debido llegar a la Isla por transporte accidental (balsas naturales de vegetación llevadas por corrientes) en varias fechas y procedentes de distintas regiones. Los insectívoros proceden de Norteamérica y pueden haber llegado a fines del Oligoceno, los Megalonídeos y Nototrogomorfos tienen su origen en Suramérica y habrán llegado en varias épocas. Para referencias bibliográficas adicionales, vea Hoffstetter en el Léxico. Vea también Capítulo X en Schuchert (1935), quien acepta una teoría distinta a la expuesta arriba, postulando una antigua comunicación terrestre desde Honduras - Nicaragua a Jamaica y la Isla Española que habrá existido intermitentemente durante el Cenozoico (Schuchert, 1935, pp. 107-110).

Oscar Arrendondo (1958-1960) ha publicado en el Magazine "El Cartero Cubano" una serie de artículos informativos ilustrados altamente interesantes, detallando pormenores sobre el origen, evolución, extinción, morfología, ecología y costumbres de las varias especies de mamíferos extinguidos del Pleistoceno cubano. La mayoría de las especies fueron recogidas por el autor. Es de esperarse que algún día estos trabajos sean recopilados y publicados nuevamente en una revista científica, ya que ellos son producto de cuidadosas observaciones personales del Sr. Arrendondo.

RESUMEN

Se describen las unidades estratigráficas de Cuba desde el Jurásico al Pleistoceno, dando relaciones de la fauna característica de las distintas formaciones, así como su litología. También se incluye una descripción de las formaciones ígneas del Cretácico y se hacen observaciones sobre la actividad volcánica en el Eoceno. El texto se acompaña con una tabla de correlación de las formaciones del Cenozoico y otra sobre las formaciones del Mesozoico de la Provincia de Pinar del Río, basadas en datos obtenidos en la Literatura geológica de Cuba.

BIBLIOGRAFIA

- ACASSIZ, A. 1893. *A reconnaissance of the Bahamas and elevated reefs of Cuba*. Bull. Mus. Comp. Zool., Harvard Coll., vol. 26, pp. 1-203, 67 láms. y mapas.
- ACUAYO, C. G. 1938. *Moluscos Pleistocénicos de Guantánamo*. Mem. Soc. Cubana Hist. Nat., vol. 12, pp. 101-104.
- 1948. *Moluscos fósiles de la provincia de Oriente, Cuba*. Rev. Soc. Malacol., vol. 6, no. 2, pp. 55-63, figs. 1-8 (Se describen también algunos moluscos de la provincia de Matanzas).
- ACUAYO, C. G. y BORRO, P. 1946a. *Nuevos Moluscos del Terciario superior de Cuba*. Rev. Soc. Malacol., vol. 4, no. 1, pp. 9-12, láms. 1-2.
- ALBEAR, J. F. DE. 1941. *Estudio geológico de los suelos de la provincia de la Habana*. Rev. Bimestre Cubana, pp. 1-31, 1 lám. con mapa.
- Ibid.* Rev. Soc. Cubana Ing., vol. 36, no. 9, pp. 489-500; no. 10, pp. 553-565, 1 lám. con mapa.
- 1947. *Stratigraphic Paleontology of Camagüey District, Cuba*. Bull. American Assoc. Petrol. Geol., vol. 31, no. 1, pp. 71-91, 1 mapa.
- APPLIN, P. L. and APPLIN, E. R. 1944. *Regional subsurface stratigraphy and structure of Florida and Southern Georgia*. Bull. American Assoc. Petrol. Geol., vol. 28, no. 12, 1673-1753, 38 figs.
- ARKELL, W. J. 1935-1948. *A monograph on the Ammonites of the English Corallian beds*. Paleontogr., Soc. London. vol. 88-102, 14 pts. LXXXIV + 420 pp., 138 figs., 84 láms.
- BECKMANN, J. P. 1958. *Correlation of pelagic and reefal faunas from the Eocene and Paleocene of Cuba*. Eclogae Geol. Helvetiae, vol. 51, no. 2, pp. 416-422, 2 figs.
- BERMÚDEZ, P. J. 1937. *Estudio Micropaleontológico de dos formaciones eocénicas de las cercanías de La Habana, Cuba*. Mem. Soc. Cubana Hist. Nat., vol. 11, pp. 153-180.
- 1950. *Contribución al estudio del Cenozoico cubano*. Mem. Soc. Cubana Hist. Nat., vol. 19, no. 3, pp. 204-375.
- 1961. *Las formaciones geológicas de Cuba*. Geología Cubana, no. 1. Minist. Ind., Instit. Cubano Rec. Min. La Habana, Cuba, 177 pp., 1 fig., 1 mapa.

- BERMÚDEZ, P. J. y HOFFSTETTER, R. 1959. *Léxico Estratigráfico de Cuba*. Lexique Stratigraphique International, vol. 5, Amérique Latine, Fasc. 2c, Cuba et îles adjacentes, una carta, 140 pp., 1 mapa.
- BOLLI, H. M. 1957. *Planktonic Foraminifera from the Oligocene-Miocene, Cipero and Lengua formations of Trinidad*. B.W.I. Bull. U.S. Nat. Mus. 215, pp. 97-123, 5 figs.
- BRODERMANN, J. 1940. *Determinación geológica de la Cuenca de Vento*. Rev. Soc. Cubana Ing. vol. 34, no. 2, pp. 272-326, 1 mapa geol., 1 lám. (Existe una impresión aparte con paginación 1-57).
- 1943. *Breve reseña geológica (de Cuba)*. Censo de la República de Cuba, año 1943, pp. 113-148, 1 columna geol., 1 mapa geol.
- 1945. *Breve reseña geológica de la isla de Cuba*. Rev. Soc. Cubana Ing., vol. 42, no. 1, pp. 110-149, 1 columna geol., 1 mapa geol. (Reproducción del trabajo anterior).
- 1949. *Significación estratigráfica de los Equinodermos fósiles de Cuba*. Rev. Soc. Cubana Ing., vol. 48, no. 3, pp. 305-330, 1 cuadro.
- BRONNIMANN, P. 1953. *On the occurrence of Calpionellids in Cuba*. Eclogae Geol. Helvetiae, vol. 46, no. 2, pp. 263-268, 29 figs.
- BROWN, B. and O'CONNELL, M. 1922. *Correlation of the Jurassic Formations of western Cuba*. Bull. Geol. Soc. America, vol. 33, p. 159 (Abstract), pp. 639-664, 15 figs. 1 tabla.
- BURCKHARDT, C. E. 1930. *Etude synthétique sur le Mésozoïque mexicain*. Mem. Soc. Paleont. Suisse, vol. 49, pp. 1-124, 32 figs., 11 tablas; vol. 50, pp. 125-280, 33 figs., 7 tablas.
- BUTTERLIN, J. 1956. *La constitution géologique et la structure des Antilles*. Comm. Nac. Rech. Sci., Paris, 453 pp., 24 figs.
- COLE, W. S. and BERMÚDEZ, P. J. 1944. *New foraminiferal genera from the Cuban middle Eocene*. Bull. American Paleont., vol. 28, no. 113, pp. 333-346 (3-6), láms. 27-29 (1-3).
- COLE, W. S. and GRAVELL, D. W. 1952. *Middle Eocene foraminifera from Peñón Seep, Matanzas province, Cuba*. Jour. Paleont., vol. 26, pp. 708-727, láms. 90-103.
- COOKE, C. W. 1919. *Tertiary mollusks from the Leeward Islands and Cuba*. Carnegie Inst., Washington, Publ. 291, pp. 101-156, 16 láms.
- COOKE, C. W. GARDNER, J. and WOODRING, W. P. 1943. *Correlation of the Cenozoic formations of the Atlantic and Gulf Coastal plain and Caribbean regions*. Bull. Geol. Soc. America, vol. 54, pp. 1713-1725.
- CORRAL, J. I. DEL. 1945. *Terrazas Pleistocénicas cubanas*. Rev. Soc. Cubana Ing., vol. 40, No. 1, pp. 5-44, 2 láms., 14 figs.
- CUSHMAN, J. A. 1919. *Fossil Foraminifera from the West Indies*. Publ. 291, Carnegie Inst. Washington, pp. 21-71, láms. 1-15, 8 fig. texto.
- 1920. *The American species of Orthophragmina and Lepidocyclina*. U.S. Geol. Surv., Prof. Paper 125-D, pp. 39-105, láms. 7-35.
- 1949. *Some Cuban species of Globorotalia*. Contr. Cushman Lab. Foram. Res., vol. 25, pt. 2, pp. 26-45, láms. 5-8.
- CUSHMAN, J. A. y BERMÚDEZ, P. J. 1937a. *Further new species of Foraminifera from the Eocene of Cuba*. Contr. Cushman Lab. Foram. Res., vol. 13, pp. 1-29, láms. 1-3.
- CUSHMAN, J. A. y RENZ, H. H. 1942. *Eocene, Midway, Foraminifera from Soldado Rock, Trinidad*. Contr. Cushman Lab. Foram. Res., vol. 18, pp. 1-14, 1-3 láms.
- CHUBB, L. J. 1956. *Rudist assemblages of the Antillean Upper Cretaceous*. Bull. American Paleont., vol. 37, no. 161, 23 pp.
- DARTON, N. H. 1926. *Geology of Guantánamo Basin, Cuba*. Jour. Washington Acad. Sci., vol. 16, pp. 324-333, 5 figs.
- DE GOLYER, E. L. 1918. *The geology of Cuban petroleum deposits*. Bull. American Assoc. Petrol. Geol., vol. 2, pp. 133-167.
- DICKERSON, R. E. and BUTT, W. H. 1935. *Cuban Jurassic*. Bull. American Assoc. Petrol. Geol., vol. 19, pp. 116-118.
- EAMES, F. E., BANNER, F. T., BLOW, W. H., CLARKE, W. J. and COX, L. R. 1962. *Fundamentals of Mid-Tertiary Stratigraphical Correlation*. Cambridge Univ. Press, London; 163 pp., 20 figs., 17 láms.
- FLINT, D. E., ALBEAR, J. F. DE and GUILD, P. W. 1948. *Geology and chromite deposits of Camagüey district, Camagüey province, Cuba*. U.S. Geol. Surv. Bull. 954 B, pp. 39-63, láms. 18, 19, figs. 1-3.

- GARRETT, J. B. 1938. *The Hackberry Assemblage. An interesting foraminiferal fauna of post-Vicksburg age from deep wells in the Gulf Coast.* Jour. Paleont., vol. 12, no. 4, pp. 309-317, lám. 40, 2 figs. texto.
- GRAVELL, D. W. and HANNA, M. A. 1937. *The Lepidocyclina texana horizon in the Heterostegina zone, Upper Oligocene, of Texas and Louisiana.* Jour. Paleont., vol. 11, pp. 517-529, láms. 60-65.
- 1938. *Subsurface Tertiary zones of correlation through Mississippi, Alabama, and Florida.* Bull. American Assoc. Petrol. Geol., vol. 22, pp. 984-1013, 7 láms. 5 figs.
- HADLEY, W. H., JR. 1934. *Some Tertiary Foraminifera from the North Coast of Cuba.* Bull. American Paleont. vol. 20, no. 70-A, pp. 1-40, láms. 1-5.
- HAYES, C. W., VAUGHAN, T. W. and SPENCER, A. C. 1901. *Report on a geological reconnaissance of Cuba.* Washington Gov. Print., pp. 1-123. (Traducido al español en 1917 y 1918 por la Secretaría de Agricultura de Cuba.)
- HERRERA, N. M. 1961. *Contribución a la Estratigrafía de la provincia de Pinar del Río.* Rev. Soc. Cubana Ing., nos. 1-2.
- HESS, H. H. and MAXWELL, J. C. 1953. *Caribbean research project.* Bull. Geol. Soc. America, vol. 64, no. 1, pp. 1-6, 2 figs.
- HILL, R. T. 1894. *Notes on the Tertiary and later history of the island of Cuba.* American Jour. Sci. (3), vol. 48, pp. 196-212.
- 1895. *Notes on the geology of the island of Cuba based upon a reconnaissance made for Alexander Agassiz.* Bull. Mus. Comp. Zool., Harvard Coll., vol. 16, no. 15, pp. 243-288, láms. 1-9.
- HUMBOLDT, A. DE. 1826a. *Voyage aux régions équinoxiales du Nouveau Continent fait en 1799, 1800, 1801, 1802, 1803 et 1804.* Tomo II, en 8o., 416 pp. (Paris).
- 1826b. *Essai politique sur l'île de Cuba.* Tomo I (XLVI, 364 pp., 1 carta); tomo II, 408 pp., Paris.
- IMLAY, R. W. 1942. *Late Jurassic fossils from Cuba and their economic significance.* Bull. Geol. Soc. America, vol. 53, no. 10, pp. 1417-1478, 12 láms. 4 figs.
- 1944a. *Cretaceous formations of Central America and México.* Bull. American Assoc. Petrol. Geol., vol. 28, no. 8, pp. 1077-1195, 16 figs.
- 1944b. *Correlation of the Cretaceous formations of the Greater Antilles, Central America and México.* Bull. Geol. Soc. America, vol. 55, no. 8, pp. 1005-1046, 1 fig., 2 láms., 1 carta.
- 1952. *Correlation of the Jurassic formations of North America, exclusive of Canada.* Bull. Geol. Soc. America, vol. 63, no. 9, pp. 953-992, 4 figs., 2 tablas.
- JACKSON, R. T. 1922. *Fossil Echini of the West Indies.* Carnegie Inst. Washington, Publ. 306, pp. 1-103, 18 láms.
- JAUME, M. L. y PÉREZ FARFANTE, I. 1942. *Moluscos Pleistocénicos de la zona franca de Matanzas, Cuba.* Mem. Soc. Cubana Hist. Nat., vol. 16, pp. 37-44.
- KEIJZER, F. G. 1945. *Outline of the geology of the eastern part of the Oriente province, Cuba (E. of 76° WL) with notes on the geology of other parts of the Island.* Geogr. Geol. Mededeel. (Utrecht) Phys. Geol. Reeks, ser. 2, no. 6, pp. 239, 34 figs., 12 láms.
- KEMP, J. F. 1915. *The Geology of the iron-ore deposits in and near Daiquirí, Cuba.* Trans. American Inst. Min. Eng., vol. 53, p. 11.
- KROMMELBEIN, K. 1960. *Los primeros fósiles marinos (Trigoniidae, Lamellibr.) procedentes de la formación Cayetano del oeste de Cuba.* Mem. Soc. Cubana Hist. Nat., vol. 25, no. 1, pp. 43-47.
- LEWIS, G. E. y STRACZEK, J. A. 1955. *Geology of South-Central Oriente, Cuba.* U.S. Geol. Surv. Washington Bull. no. 975, D, pp. 171-336, 43 figs., mapas, 2 tablas.
- LEWIS, J. W. 1932a. *Geology of Cuba.* Bull. American Assoc. Petrol. Geol., vol. 16, no. 6, pp. 533-555, 1 fig., mapa geológico.
- 1932b. *Probable age of Aptychus-bearing formations of Cuba.* Bull. American Assoc. Petrol. Geol., vol. 16, pp. 943-944.
- LINDGREN, W. and ROSS, C. P. 1915. *The iron deposits of Daiquirí, Cuba.* Trans. American Inst. Min. Eng., vol. 53, pp. 40-46.
- MAC GILLAVRY, H. J. 1937. *Geology of the province of Camagüey, Cuba, with revisional studies in rudist paleontology.* Geol. Geogr. Mededeel (Utrecht). Phys. Geol. Reeks, no. 14, 169 pp., 10 láms.
- MARRERO, L. y COMAS, E. 1951. *Geografía de Cuba.* La Habana. 736 pp.
- MEINZER, O. E. 1933. *Geologic reconnaissance of a region adjacent to Guantánamo Bay, Cuba.* Jour. Washington Acad. Sci., vol. 23, no. 5, pp. 246-260 (Apéndice por T. W. Vaughan, pp. 261-263).
- 1955. *The ages of the serpentinized peridotites of the West Indies.* Kon. Akad. Wetensch. Amsterdam (ser. B), no. 3, pp. 194-212, 1 fig.
- MITCHELL, R. C. 1953. *New data regarding the dioritic rocks of the West Indies.* Geol. Mijnb. (n.s.), (15), pp. 285-295, 1 tabla, 1 mapa.
- 1955. *The ages of the serpentinized peridotites of the West Indies.* Kon. Akad. Wetensch. Amsterdam (ser. B), no. 3, pp. 194-212, 1 fig.
- O'CONNELL, M. 1920. *The Jurassic ammonite fauna of Cuba.* Bull. American Mus. Nat. Hist., vol. 42, pp. 643-692, láms. 34-38, 8 figs.
- PALMER, D. K. and BERMÚDEZ, P. J. 1936a. *Late Tertiary foraminifera from the Matanzas Bay region, Cuba.* Mem. Soc. Cubana Hist. Nat., vol. 9, pp. 237-257, láms. 20-22.
- 1936b. *Oligocene foraminiferal fauna from Cuba.* Mem. Soc. Cubana Hist. Nat., vol. 10, pp. 227-271, 273-316, láms. 13-20.
- PALMER, R. H. 1934. *The Geology of Havana, Cuba, and vicinity.* Jour. Geol., vol. 42, pp. 123-145, 6 figs., 1 mapa.
- 1938. *Field guide to geological excursion in Cuba.* Secret. Agric. Cuba, Habana, 20 pp.
- 1945. *Outline of the Geology of Cuba.* Jour. Geol., vol. 53, no. 1, pp. 1-34, 6 figs.
- RICHARDS, H. 1935. *Pleistocene mollusks from western Cuba.* Jour. Paleont., vol. 9, pp. 253-258, lám. 25.
- ROESSLER, M. 1916. *Geology of the iron-ore deposits of the Firmeza district, Oriente province, Cuba.* Trans. American Inst. Min. Eng., vol. 56, pp. 77-127.
- RUTTEN, L. 1933. *Algunos resultados de las investigaciones geológicas de la Comisión Científica Holandesa en Cuba.* Rev. Soc. Geogr. Cuba, año VI, no. 3, pp. 47-52.
- 1934. *Geology of Isla de Pinos, Cuba.* Proc. Kon. Akad. Wetensch. Amsterdam, vol. 37, no. 7, pp. 401-406, 1 mapa.
- 1939. *The age of the quartzdioritic and granodioritic rocks of the West Indies.* Geol. Mijnb., no. 5, pp. 128-133.
- 1940. *On the age of the serpentines of Cuba.* Proc. Kon. Akad. Wetensch. Amsterdam, vol. 43, pp. 542-547.
- RUTTEN, M. G. 1936a. *Geology of the northern part of the province Santa Clara (Las Villas), Cuba.* Geogr. Geol. Mededeel (Utrecht), Phys. Geol. Reeks, no. 11, pp. 1-60, 12 figs., 3 láms.
- 1936b. *Rudistids from the Cretaceous of Northern Santa Clara (Las Villas) province, Cuba.* Jour. Paleont., vol. 10, pp. 134-142, 4 figs.
- RENZ, H. H. 1948. *Stratigraphy and fauna of the Agua Salada group State of Falcón, Venezuela.* Mem. Geol. Soc. America, 32, pp. 1-219, láms. 1-12.
- SAGHS, K. N., JR. 1937. *Restudy of some Cuban larger foraminifera.* Contr. Cushman Found. Foram. Res., vol. 8, pp. 106-120, láms. 14-17, 3 figs. texto, 13 tablas.
- SALTERAÍN, P. 1880. *Apuntes para una descripción físico-geológica de las jurisdicciones de La Habana y Guanabacoa (Isla de Cuba).* Bol. Com. Mapa Geol. España, tomo VII, pp. 161 (1)—225—(65), 7 figs. texto, 1 mapa.
- SÁNCHEZ ROIG, M. 1920a. *Fósiles del Mioceno de La Habana.* Revista de Minas, no. 6, Habana.
- 1920b. *La fauna jurásica de Viñales.* Secr. Agricultura, Bol. Especial, 61 pp., 23 láms.
- 1926. *Los equinodermos fósiles de Cuba.* Bol. de Minas, vol. 10, 143 pp., 43 láms.
- 1949. *Paleontología cubana. Los equinodermos fósiles de Cuba.* Rev. Soc. Cubana Ing., vol. 48, no. 3, pp. 3-302, 50 láms.
- 1951. *La fauna jurásica de Viñales.* Anales Acad. Cienc. Méd. Fis. Nat. La Habana, vol. 29, fasc. 2, pp. 46-94, 28 láms.
- SCHUCHERT, CH. 1935. *Historical geology of the Antillean Caribbean region.* New York, 811 pp., 16 láms., 17 figs.
- SEIGLIE, G. A. 1961. *Contribución al estudio de las microfácies de Pinar del Río.* Rev. Soc. Cubana Ing., nos. 3-4.
- SINGEWALD, J. T. JR., and MILLER, B. L. 1916. *The genesis and relations of the Daiquirí and Firmeza iron-ore deposits, Cuba.* Trans. American Inst. Min. Eng., vol. 53, p. 74.

- SPATH, L. F. 1927-1933. *Revision of the Jurassic cephalopod fauna of Kachh (Cutch)*. Paleontologia Indica (n.s.), vol. 9, 945 pp., 130 láms.
- SPENCER, J. W. 1894a. *Reconstruction of Antillean continent*. Bull. Geol. Soc. America, vol. 6 (1894-1895), pp. 103-140, 1 lám.
- 1894b. *The Yumuri valley of Cuba. A rock-basin*. Geol. Mag. (n.s., dec. IV), vol. 1, pp. 449-502, 3 figs.
- 1895. *Geographical evolution of Cuba*. Bull. Geol. Soc. America, vol. 7, pp. 67-94, 13 figs.
- TABER, S. 1931a. *The structure of the Sierra Maestra near Santiago de Cuba*. Jour. Geol., vol. 39, no. 6, pp. 532-557, 16 figs.
- 1931b. *The problem of the Bartlett Trough*. Jour. Geol., vol. 39, no. 6, pp. 558-563, 1 fig.
- 1934. *Sierra Maestra of Cuba, part of the northern rim of the Bartlett Trough*. Bull. Geol. Soc. America, vol. 45, pp. 567-620, 4 figs., láms. 57-85.
- THAYER, T. P. and GUILD, P. W. 1947. *Thrust faults and related structures in eastern Cuba*. American Geoph. Un. Trans., vol. 28, no. 6, pp. 919-930, 10 figs.
- THIADENS, A. A. 1936. *Rudistids from southern Santa Clara (Las Villas), Cuba*. Proc. Kon. Wetensch. Amsterdam, vol. 39, pp. 1010-1019, 3 figs., 1 lám.
- 1937a. *Geology of the southern part of the province Santa Clara (Las Villas), Cuba*. Geogr. Geol. Mededeel. Phys. Geol. Reeks, no. 12, pp. 1-69, 3 láms.
- 1937b. *Cretaceous and Tertiary foraminifera from southern Santa Clara (Las Villas) province, Cuba*. Jour. Paleontology, vol. 11, no. 2, pp. 91-109, láms. 16-19, figs. 1-3.
- TRAUTH, F. 1935. *Ueber Aptychenfunde auf Cuba*. Proc. Kon. Akad. Wetensch. Amsterdam. Sec. Sci., vol. 39, no. 1, pp. 66-76.
- VAUGHAN, T. W. 1919a. *Fossil corals from Central America, Cuba and Porto Rico, with an account of the American Tertiary, Pleistocene and Recent coral reefs*. U.S. Nat. Mus., Bull. 103, pp. 189-524, láms. 68-152.
- 1919b. *The biologic character and geologic correlation of the sedimentary formation of Panama in their relation to the geologic history of Central America and West Indies*. U.S. Nat. Mus., Bull. 103, pp. 547-612, 1 tabla.
- 1918. *Correlation of the Tertiary geologic formations of the Southeastern United States, Central America and the West Indies*. Jour. Washington Acad. Sci., vol. 8, pp. 258-276.
- 1922. *Stratigraphic Significance of the species of the West Indies fossil echini*. Carnegie Inst. Washington Publ. 306, pp. 107-122.
- 1933. *Studies of American species of foraminifera of the genus Lepidocyclina*. Smithsonian Misc. Coll. 89, no. 10, pp. 1-53, láms. 1-32.
- 1945. *American Paleocene and Eocene larger Foraminifera*. Geol. Soc. America, Mem. 9, Pt. 1, 175 pp., láms. 2-46, 11 figs., 9 tablas, 1 mapa.
- VAUGHAN, T. W. and COLE, W. S. 1941. *Preliminary report on the Cretaceous and Tertiary larger foraminifera Trinidad*. B.W.I. Geol. Soc. America, Special Papers, no. 30, pp. 1-137, láms. 1-45.
- VERMUNT, L. W. J. 1937a. *Cretaceous Rudistids of Pinar del Rio province, Cuba*. Jour. Paleont., vol. 11, no. 4, pp. 261-275, 3 figs., láms. 36-37.
- 1937b. *Geology of the province of Pinar del Rio, Cuba*. Geogr. Geol. Mededeel. Phys. Geol. Reeks, no. 13, pp. 1-60, 1 lám., 2 mapas.
- WEYL, R. 1950. *Die geologische Geschichte des Antillen-Bogens unter besonderer Berücksichtigung der Cordillera Central von Santo Domingo, N. Jahrb., Geol. Pal. Abh., pp. 137-242, 13 figs., 7 tablas.*
- WILSON, D., SANDO, W. J. and KOPF, R. W. 1957. *Geologic names of North America introduced in 1936-1955*. U.S. Geol. Surv. Bull. 1056 A., 405 pp.
- WOODRING, W. P. 1923. *Tertiary mollusks of the genus Orthaulax from the Republic of Haiti, Porto Rico and Cuba*. Proc. U.S. Nat. Mus., vol. 64, art. 1, pp. 1-12, láms. 1-2.
- 1928. *Miocene Mollusks from Bowden, Jamaica*. Pt. 2, Carnegie Inst. Washington, Publ. no. 385, 564 pp., 40 láms.
- 1954. *Caribbean land and sea through the ages*. Bull. Geol. Soc. America, vol. 65, no. 8, pp. 719-732, 3 figs., 1 lám.
- WOODRING, W. P. and DAVIES, S. N. 1944. *Geology and manganese deposits of Guisa, Los Negros area, Oriente province, Cuba*. U.S. Geol. Surv. Bull. 935-G, pp. 357-386, 20 figs., mapa.

SUMMARY

The stratigraphic units of Cuba are described from Jurassic up to Pleistocene, giving relations of the characteristic fauna and lithology of the different formations. Also there is included a description of the Cretaceous igneous bodies and the Eocene volcanic activity. Two charts of correlation accompany the text: the first one covers the Cenozoic and the second one the Mesozoic formations of Pinar del Río province, based on data obtained from the Cuban geological literature.

CUBA OCCIDENTAL: Formaciones del Mesozoico y Cenozoico antiguo, según N. M. Herrera, 1961 "Contribución a la estratigrafía de la Provincia de Pinar del Río", Rev. Soc. Cubana de Ingenieros, nos 1-2, 1961.					
PISOS EUROPEOS	Fósiles zonales locales según G.A. Selgie, 1961	PROVINCIA PINAR DEL RÍO			
		Matchambre-Cabezas	Guanejay-Marí	Folleto Pinar del Sur	
Eoc. INF. (parte)		Form. PINOS	Fm. CAPDEVILA	Fm. CAPDEVILA	
	<i>Globorotalia valascoensis</i>	rocas piroclásticas, lobos, lutitas, etc.	Fm. MADRUGA	Fm. MADRUGA	
		Form. ANCON colizas	Fm. PERALVER, gravas calcáreas	Fm. PERALVER	
MAESTRICHTIANO	<i>Vaughania cubensis</i>				
CAMPANIANO	<i>Globotruncana tinneliana</i>		Form. VIA BLANCA, calcarenitas, calizas, lutitas, tabas, brechas, etc.	Fm. VIA BLANCA	
SANTONIANO			Rocas etc., todas muy deformadas y extrusivos andesíticos basálticos interstratificados porcolitas		
CONIACIANO		Form. MINA	Formación MARTIN MESA	Serpentina y otras rocas ígneas	
TURONIANO	<i>Rotalipora sp.</i>				
CENOMANIANO					
ALBIANO	<i>Nannoceras trinitii</i>				
APTIANO		Miembro Tumbadero			
NEOCOMIANO	<i>Nannoceras darderi</i> <i>steinmanni</i> <i>Tithanopsis oblonga</i>		Miembro San Vicente		
PORTLANDIANO (TITHONIANO)	<i>Calpionella alpina</i>				
KIMMERIDGIANO	"Favosina"				
OXFORDIANO		Jagua	Miemb. Pimiento Mb. Jagua Vieja Mb. Coliguanabo		
CALLOVIANO	<i>Conicospirillina basiliensis</i>	Form. PAN. colizas, 50m.			
BATHONIANO			Form. MATAHAMBRE areniscas lutitas 2,500m +		
BAJOCIANO	Trigonia				

Compilado y dibujado por F. de Rivera, 1963
Univ. Central de Venezuela.

sición, pero por el hundimiento del eje, las calizas miocénicas duras de la formación Güines afloran extensamente en la región central.

(2) Al sur y al este de la zona plegada anterior, se encuentran llanuras que Butterlin llama la **llanura roja de Habana-Matanzas**, por el color de los suelos, derivados de la alteración de la caliza miocénica de Güines, que son los más productivos de la isla. La topografía es cárstica, con considerable drenaje subterráneo y numerosas dolinas. Topográficamente es una llanura baja con altura promedio de 15 metros y es una continuación de la llanura costera de la provincia de Pinar del Río, con la diferencia de que ésta se desarrolla sobre rocas del Eoceno y Oligoceno.

En la provincia de Las Villas (antes Santa Clara), Butterlin, siguiendo a Marrero (1951), distingue las regiones siguientes: la región costera de Zapata, las sabanas de Manacas, las montañas de Trinidad, la llanura de Cienfuegos, la región central de Las Villas y la región septentrional de la provincia.

La **región costera de Zapata** está formada por la península del mismo nombre, constituida por calizas pleistocenas y por una llanura baja y cenagosa que se prolonga hacia el este sobre una distancia de 160 km con una anchura máxima de 65 km y que es soportada por la caliza de Güines. En el mapa de Las Antillas de la "National Geographic Society", 1954, esta llanura se divide en la Ciénaga Occidental y la Oriental de Zapata.

Las **sabanas interiores de Manacas o de Santo Domingo** se extienden en las regiones axiales de las provincias de Matanzas y Las Villas a la vez, siendo zonas bajas cuya altura no pasa de 50 metros.

La **llanura de Cienfuegos** se presenta en la parte sur de la provincia y corresponde a la vez a la prolongación de la Llanura Roja y a los alrededores de las montañas de Trinidad, aumentando en altura hacia dichas sierras, llegando a 300 metros de altura al pie de la sierra de San Juan.

Las **montañas de Trinidad** forman una cadena en la costa meridional que se extienden sobre 80 km en el sentido este-oeste, con una anchura de 35 km. Están formadas por tres sierras, de oeste a este: la **Sierra de San Juan**, que llega a 1.156 metros de altura; la de **Trinidad** (1.017 metros en el Pico de Potrerillo); y la de **Sancti-Spiritus** (850 metros en la Sierra de Banao). Esta última está separada del mar por una depresión costera, la llanura o valle de Trinidad. El relieve de las montañas de Trinidad es muy acentuado y la **fosa de Jagua** que representa la prolongación submarina de ellas, corresponde a una de las dos regiones de la cuenca de Yucatán donde las plataforma continental es muy estrecha. La estructura de las montañas es muy compleja. Las rocas son principalmente metamórficas (Esquistos de Trinidad).

La **región central de Las Villas** está delimitada, al sur por las montañas de Trinidad y al norte por la llamada "Cordillera". Esta región central está sostenida en gran parte por dioritas cuarcíferas y por serpentinas, lo que le dan un relieve accidentado de numerosas colinas (100 a 300 metros de altura), especialmente en las zonas serpentinosas.

La **región septentrional de Las Villas** está constituida por la llamada Cordillera, una serie de elevaciones de dirección NO-SE, limitada al norte

por una estrecha llanura costera. Esta región de la cordillera es un anticlinorio complejo, con pliegues volcados y hasta corrimientos, hacia el norte. En la parte central del anticlinorio afloran rocas cretácicas con muchas intrusiones de serpentinas. Hablando en términos del relieve, esta "cordillera" ha sido reducida por la erosión a lomas relativamente bajas, aunque las crestas orientales, las más elevadas, llegan a 500 metros en la Sierra de Jatibonico. Estas crestas orientales se separan de las occidentales por una parte más baja sembrada de "mogotes".

Provincia de Camagüey. Las principales subdivisiones naturales son: la llanura de La Trocha, la región meridional de Camagüey, la región central de Camagüey-Tunas-Holguín, y la región norte. Las dos últimas subdivisiones se prolongan dentro de la parte noroccidental de la provincia de Oriente.

La **llanura de La Trocha** forma la parte occidental de Camagüey desde la costa norte hasta la del sur. Es una llanura poco accidentada, sostenida por las calizas rojas de Güines, de modo que según Palmer se podría considerar como una prolongación de la "Llanura roja" de Habana-Matanzas, más allá de la interrupción de las montañas de Trinidad. El drenaje superficial, sin embargo, está mejor desarrollado aquí.

La **región meridional de Camagüey** representa la prolongación de la llanura antecedente hacia el SE, siendo una llanura costera extensa, ondulada en la parte interna y que se levanta progresivamente de oeste a este, llegando a formar unos cerros, el grupo de Najasa, al norte del valle del río Cauto (en la provincia de Oriente).

La **llanura de Camagüey-Tunas-Holguín** continúa sin interrupción desde Camagüey dentro de la provincia de Oriente, donde se encuentran las poblaciones de Victoria de las Tunas y Holguín. Esta región se describe como una peniplanicie ondulada, del tipo sabana, con algunas cadenas montañosas, especialmente en el noroeste de Oriente (Cerros de Maniabón). Su parte central, formada sobre serpentinas, es deprimida, bordeada por cerros formados de calizas, que frecuentemente pasan de 300 metros de altura.

La **región septentrional** comprende una llanura costera, con un ligero declive hacia el mar y llegando hasta 50 metros de anchura. Esta llanura está separada de la región central por las sierras de Cubitas al noroeste y de Camaján al sureste. Estas sierras presentan en general una disposición en arco convexo hacia el sur y según Butterlin, están formadas de calizas jurásicas y cretácicas. Llegan a una altura máxima de 295 metros en la loma Tuabaquey de la Sierra de Cubitas. Estas cadenas están limitadas al sur por escarpados de fallas y bajan más regularmente en altura hacia el norte.

Continuando con las demás regiones de la provincia de Oriente, tenemos la **llanura del Cauto** que se extiende al este del Golfo de Guacanayabo y que corresponde a los valles de los ríos Salado y Cauto. Es una depresión sinclinal, que separa las alturas de Holguín al norte, de la sierra de El Turquino (parte de la Sierra Maestra) al sur. Es una región de muy poco relieve, cenagosa en la vecindad del mar.

La **región de Nipe** se extiende al oeste y sur de la Bahía de Nipe, la que forma una profunda escotadura en la costa nororiental de la provincia

Tabla de correlacion compilada por F. de Rivero, 1963

[illegible]

★ **Investigaciones mineralógico - petrográfica de rocas arcillosas en la localidad de Rodas (Provincia de Las Villas)**

ING. FRANTIŠEK ČECH C. SC. y
ING. EDUARD MARTINY . . .

★ Consideraciones generales sobre la Estratigrafía de Cuba

FRANCES CHARLTON DE RIVERO.

25

de Oriente. Comprende varias subregiones: 1) una llanura costera que se extiende al oeste de la bahía y que corresponde a los valles bajos de los ríos Nipe y Tacajó, siendo llamada también esta región la cuenca de Santa Isabel de Nipe. Esta región representa la prolongación hacia el noreste de la depresión sinclinal del Cauto. 2) La sierra de Nipe se extiende al sur de la bahía. Tiene una estructura general de cúpula, dominada por varios picos de los cuales el más elevado es el de Mensura, 960 metros. Los varios macizos están separados por valles profundos. La parte sureste de la sierra se llama la Sierra de Cristal. La sierra está desarrollada principalmente en serpentinas. 3) Al norte de la Sierra de Nipe, hay una estrecha llanura costera que deriva su nombre del río Mayarí.

La parte más oriental de la provincia y de Cuba ha sido llamada la **región de Baracoa** y tiene una forma triangular con la base en el sentido norte-sur. En su parte norteña, tenemos hacia el oeste la **Sierra de Cristal**, mencionada arriba, que representa la prolongación hacia el este de la Sierra de Nipe, separada de ésta por el valle del río Mayarí. Ambas sierras se componen de serpentinas. La altura máxima de la Sierra de Cristal es de 1.215 metros. Más hacia el este, se hallan las sierras llamadas las **Cuchillas de Toa** (y de Pinar, según Marrero), resultantes de la disección profunda de serpentinas, dando sierras muy empinadas. Estas dos cadenas tienen una estrecha llanura costera hacia el Atlántico. Al sur del valle del Toa, se presenta la **Sierra de El Purial**, que se prolonga hasta la vecindad de Punta Maisí. Está formada por rocas metamórficas de edad incierta ("complejo basal"). El relieve es complejo, con crestas agudas y valles profundos, y toda la región cubierta de selvas, de modo que ha sido poco explorada. En la región de Punta Maisí, que forma la extremidad oriental de la isla, hay numerosas terrazas marinas. Marrero ha identificado siete, de los cuales se supone que las tres superiores (480 metros la más alta) serán del Plioceno y las cuatro inferiores del Pleistoceno. Taber (1934) usó el nombre, caliza de Punta Maisí para las calizas y margas de las terrazas.

El valle central es una larga depresión sinclinal interior, que une el valle superior del río Cauto a la cuenca de Guantánamo, separando las sierras de Nipe y de Cristal de las cadenas más norteñas de la Sierra Maestra. Según el mapa geológico, este valle está desarrollado en las mismas rocas paleocenascenas de la Sierra Maestra. Tiene un relieve ondulado, con altura promedio entre 100 y 300 metros, o llegando a exceder esta cifra en la parte oriental.

La cuenca costera de Guantánamo rodea la bahía del mismo nombre, con una longitud de 40 kilómetros en el sentido norte-sur y una anchura máxima de 24 kilómetros. Está limitado al norte por la Sierra del Guaso, al este por la Sierra de Maquey, y al oeste por las cadenas más orientales de la Sierra Maestra. La cuenca comunica por los valles de los ríos Jaibo y Guantánamo, con el valle central. Es una cuenca sinclinal, de relieve poco acentuado. Los estratos más antiguos de la cuenca corresponden al Eoceno Medio (Caliza de Guaso) seguido por el Eoceno Superior y una serie en que va englobado Oligoceno y Mioceno (Serie de Maquey).

La Sierra Maestra es la más meridional y la mayor de las cadenas cubanas, pero su estructura está muy poco estudiada. La sierra está alargada en el sentido este-oeste, con una pendiente escarpada frente al mar, con frecuencia

interrumpida por terrazas marinas, las que debido a la erosión no se pueden seguir sobre mucha distancia. La pendiente por el lado norte es más suave. Según Taber (1934), el único que ha intentado un estudio regional de la sierra, se trata de una serie de cadenas escalonadas (**en echelón**). Hacia el oeste, está la **Sierra de El Turquino** que se extiende sobre 100 kilómetros desde Cabo Cruz hasta la bahía de Santiago, con una anchura que varía entre 8 y 30 kilómetros. Su punto más elevado, el Pico Turquino, llega a 2.005 metros. La ladera septentrional, más suave, presenta una topografía cárstica típica. Al este de la bahía de Santiago, la **cadena de la Gran Piedra** se extiende casi hasta la cuenca de Guantánamo o sea sobre una longitud de 35 kilómetros, alcanzando una altura máxima de 1.250 metros, estando separada de la costa por una línea de colinas bajas. Al norte de Santiago se extiende la **Sierra de Boniato**, paralela a la cadena de la Gran Piedra, cuya altura promedio es alrededor de 460 metros. Está separada de la bahía de Santiago por la **Sierra de Puerto Pelado**, que tiene una pendiente meridional muy escarpada y que hacia el oeste termina contra la parte oriental de la sierra de El Turquino. Al norte de la sierra de la Gran Piedra, se extiende la **Sierra de Santa María de Loreto**, separada de aquella por el valle del río Baconao. Esta sierra forma una planicie de 21 kilómetros de lado y de 580 metros de altura máxima, cuyos acantilados verticales dominan el valle de Baconao.

ESTRATIGRAFIA

MESOZOICO

Bermúdez y Hoffstetter en el "Léxico Estratigráfico de Cuba" (1959) y más modernamente Bermúdez en "Las formaciones geológicas de Cuba" (1961) han presentado en forma resumida los principales datos sobre las formaciones. Muchos datos paleontológicos importantes fueron reunidos por Bermúdez (1950). Butterlin (1956) en su libro sobre la geología de Las Antillas, también ha hecho una reseña brillante. Hay que notar, sin embargo, que aunque hay abundantes datos micropaleontológicos sobre las formaciones cenozoicas, las relaciones estratigráficas de éstas y más aún de las formaciones más antiguas, están insuficientemente aclaradas, y faltan descripciones de secciones tipos, así como información sobre la edad y sobre la distribución geográfica de las formaciones. Especialmente en Oriente, las formaciones están muy inadecuadamente descritas y definidas.

El nombre poco definido de "**complejo basal**" ha sido aplicado por varios autores, especialmente Butterlin (1956), refiriéndose a varias series metamórficas e intrusiones asociadas, en varias regiones de Cuba. No hay evidencia directa sobre la edad (o las edades) representada (s) por estas rocas. Aunque las especulaciones varían desde la de Weyl (1950) de que se trata de rocas paleozoicas metamorizadas por una orogénesis varisca, a la de Hess y Maxwell (1953) (según quienes se trata de rocas cretácicas metamorizadas).

Tales rocas han sido reconocidas en cuatro áreas:

1) La **Isla de Pinos**, donde la serie metamórfica, estudiada por Hayes, Vaughan y Spencer (1901) y luego por L. Rutten (1934) comprende micacitas y cuarcitas llamadas, esquistos de Santa Fe, más calizas generalmente

marmorizadas (mármoles Gerona), las que parecen presentarse en la parte superior de la serie. Se mencionan anfibolitas y hasta gneiss. Según Buterlin, el metamorfismo es predominantemente del tipo mesozonal. L. Rutten estimó el espesor de la serie en más de 15.000 metros. No hay datos que permitan fechar el conjunto, que está cubierto en discordancia por el Cuaternario en el sur de la Isla.

2) **La Sierra de Trinidad**, en el sur de la provincia de Las Villas. Estas rocas metamórficas fueron llamadas la "formación de esquistos" ("schist formation" por Thiadens, (1937 a) y los Esquistos de Trinidad (Trinidad schists) por Palmer (1945). Se describen como esquistos calcáreos y micáceos con hornblenda, mármoles, algunos gneises, anfibolitas y esquistos con serpentina, constituyendo un conjunto en su mayor parte de tipo mesozonal, pero con algunos tipos epizonales (esquistos cloritosos, esquistos con serpentina) y catazonales (gneises). Thiadens estima el espesor en 11.700 metros en la vertiente norte y 7.100 metros en la vertiente sur de la Sierra. Thiadens pensaba que la edad correspondería al Jurásico Superior y Cretácico Inferior, comparando la serie con la "serie de San Andrés" (= grupos Cayetano más Viñales, vea más adelante), que está mucho menos metamorfizada. En contraste Weyl (1950) compara la serie con los esquistos con serpentina y esquistos cloritosos de la República Dominicana, que derivaría de un metamorfismo regresivo y que se refiere a una orogénesis varisca.

3) **Camagüey Central**. En la región de la ciudad de Camagüey, Flint, de Alber y Guild (1948, p. 43) mencionan "rocas del basamento" constituidas por filitas, corneanas y tactitas (calizas mineralizadas) que resultan de un metamorfismo de contacto producido por rocas dioríticas (luego frecuentemente transformadas en gneises); este metamorfismo sería anterior a la intrusión de rocas ultrabásicas serpentinizadas, halladas en contacto con aquellas. El conjunto es anterior a una serie de rocas volcánicas con algunas calizas con rudistas intercaladas, la "serie de Tobas" de Thiadens (1937 a) y la que corresponde al Cretácico Superior al menos, aunque Flint, de Alber y Guild admitirían que la base podría ser Cretácico Inferior. La serie metamórfica, por lo tanto, podría ser jurásica.

4) **Este de la Provincia de Oriente**. Una zona considerable de rocas metamórficas se representa aquí, las que corresponden al "complejo basal" de Taber (1934 p. 575). Según Keijzer (1945 p. 217) las rocas más antiguas son esquistos micáceos y esquistos cloritosos interestratificados con calizas micáceas recrystalizadas, en bancos gruesos. El conjunto está penetrado por rocas graníticas y rocas básicas oscuras. Meinzer (1933) describe un pequeño afloramiento de rocas metamórficas al este de la entrada de la bahía de Guantánamo; pizarras negras, esquistos y calizas. Taber incluía en su "complejo basal" algunas rocas intrusivas (ahora serpentinas) que deben ser más modernas. Taber consideró que el conjunto sería paleozoico o aún más antiguo mientras que Keijzer la interpreta como una serie mesozoica precretácica plegada y metamorfizada antes del Cretácico Inferior.

Las capas más antiguas en Cuba (y en todas Las Antillas) identificadas paleontológicamente corresponden a un nivel en el piso Oxfordiano del Jurásico Superior, comparada por Imlay (1944 a, b) con la zona de *Dichotomosphinctes* en el Jurásico mexicano que se puede considerar como el parangón de comparación en este hemisferio. En términos de la zonación

Europea, Imlay lo compara con las zonas de *bimammatum* (= Rauraciano de autores franceses) y *transversarium* (= Argoviano de los mismos). Otra fauna más moderna ha sido identificada, referida por Imlay al Portlandiano Superior, con una fauna considerable descrita por Imlay (1942), incluyendo *Virgatosphinctes* (presente en el Jurásico de Trinidad), *Micracanthoceras*, *Hildoglochiceras*, *Durangites* y otros muchos. El problema de las relaciones estratigráficas de las capas que contienen las dos faunas y de los nombres correctos que se les deben aplicar, son más difíciles. Hay que notar también que Herrera (1961) y Seiglie (1961) afirman que se ha encontrado Jurásico Medio (identificado en la formación Matahambre de Herrera = Cayetano de autores anteriores), pero la evidencia paleontológica es algo débil, principalmente el foraminífero *Conicospirillina basiliensis* Mohler, descrito del Oxfordiano-Calloviano según Seiglie, pero según la descripción original, del "Sequaniano" = Oxfordiano terminal o Kimmeridgiano inicial (ver Gignoux, 1955, p. 315). Fuera de esta especie, se menciona *Trigonia* sin determinación de especie, que por supuesto no determina la edad. Por lo demás, la supuesta edad se basa en la secuencia estratigráfica de las capas, supuestamente por debajo de las calizas con los ammonites, aunque tal relación ha sido negada por algunos autores anteriores, especialmente Palmer.

Esta formación Cayetano de De Golyer (1918), que Bermúdez (1961) preferiría llamar **San Cayetano**, es una de las formaciones más discutidas de Cuba. Ha sido reconocida solamente en la parte occidental de la provincia de Pinar del Río, al norte y al sur de la Sierra de los Organos. No solamente la posición estratigráfica de la formación sino sus rasgos litológicos quedan muy discutidos, siendo descrita la formación por unos como esencialmente lutitas y areniscas no metamorfizadas, por otros como "esquistos y filitas". La descripción más moderna es por N. M. Herrera, quien cambia el nombre de la formación al de **Matahambre**, cambiando la interpretación de Cayetano al nombre de un grupo que incluye estas capas más calizas con ammonites oxfordianos. El nombre Matahambre viene de la Mina Matahambre, en el camino entre Cabezas y Santa Lucía (Herrera, 1961, figs. 1, 3). Según Herrera, se trata de areniscas y lutitas con evidencia de metamorfismo de bajo grado, el cual a veces las altera a filitas y cuarcitas. Las lutitas y areniscas están interestratificadas y en muchos casos lenticulares. Herrera menciona estratificación cruzada, evidencias de oleaje y estratificación gradacional, lo que sugiere depósito en ambientes de diferentes profundidades, como también la mención por Herrera de la presencia de partículas carbonosas y partículas de plantas. Herrera atribuye a la formación un espesor superior a los 2.500 metros, cifra muy inferior a los 10.000 metros postulados por Palmer. Las capas, según las figuras de Herrera, se presentan muy plegadas y falladas. Herrera asigna una edad de Jurásico Medio a Inferior a su formación Matahambre, basándose en "determinaciones sobre la edad de las Trigónias" sin mención de especies.^(*) R. H. Palmer (1945) mencionó pequeños pelecípodos semejantes a *Sphaerium*, que sugiere un ambiente lacustre. Bermúdez (1961) considera plausible un origen lacustre para toda la formación, pero Hoffstetter considera esto como bastante dudoso en vista del gran espesor de la formación. Además, observa que todavía no se ha improbadado definitivamente, la presencia de foraminíferos

(*) Atribuye las identificaciones a Krömmelbein (1956), pero no da una cita bibliográfica correspondiente.

marinos cretácicos mencionados por Palmer. Herrera señala que varias formaciones cretácicas bajo meteorización se parecen mucho a Matahambre, lo que podría explicar dichos microfósiles. En resumidas cuentas, la mayoría de los observadores parecen apoyar la interpretación de la secuencia como normal con Matahambre (= Cayetano) por debajo de las calizas jurásicas, aunque Palmer interpretó la relación como una cabalgadura de dichas calizas sobre la Cayetano supuestamente cretácica.

Se suponía hasta recientemente que la formación Jagua de Palmer (1945) seguía encima de la formación Cayetano, pero Herrera (1961) distingue una formación de por medio, que llama **formación Pan**; hubiera sido conveniente darle el nombre completo de Pan de Azúcar, porque deriva el nombre de éste "mogote" entre San Cayetano y Pons. La formación se describe como comprendiendo calizas de color oscuro, con capas interestratificadas de caliza coquinoide compuesta de ostras, fragmentos de conchas y oolitos. Las calizas presentan casi siempre evidencia de recristalización. Estas calizas se presentan siempre en forma de mogotes intermedios en posición entre las areniscas y lutitas de la formación Matahambre y las calizas de la formación Jagua (s. str.). El espesor es por lo tanto difícil de precisar, pero no parece ser muy grande; en la localidad tipo, Herrera no cree que haya más de 50 metros. Las ostras y fragmentos de conchas de la formación Pan no han sido identificados paleontológicamente. El foraminífero *Conicospirillina basiliensis* se reportó de esta caliza, pero según hemos indicado arriba, parece, dudoso que ésta realmente indique una edad calloviano, como ha postulado Herrera. La naturaleza del contacto con la formación Matahambre también parece dudosa.

El nombre de **formación Jagua** fue propuesto por R. H. Palmer, nombre derivado de la localidad conocida como la Jagua Vieja, 3 kilómetros al este de Constancia y 10 kilómetros al noreste de Viñales. Expuso Palmer que se trata de calizas lutíticas en capas muy delgadas, que afloran en la base de algunos de los mogotes más septentrionales de Pinar del Río, y que contienen numerosas concreciones llamadas localmente "jicoteas" o "quesos". Estas concreciones han dado restos de peces y ammonites descritos por Brown y O'Connell (1922). Dickerson y Butt (1935) interpretaron estas calizas como correspondiendo a la formación Cayetano. Estos ammonites han sido estudiados por Sánchez Roig (1920), O'Connell (1920), Burckhardt (1930, p. 61, 62), Spath (1931, pp. 400, 592, 593), Arkell (1939, p. lxiv), Imlay (1942, 1435-1439) y otra vez por Imlay (1952, p. 969). Según las más modernas modificaciones de Imlay los géneros incluyen representantes de los géneros *Phylloceras*, *Euaspidoceras*, *Ochetoceras*, *Viñalesphinctes* y subgéneros de *Perisphinctes*: *Arisphinctes*, *Dichotomosphinctes*, *Discosphinctes* y *Biplices*. Como hemos mencionado ya, Imlay opina que las especies son muy semejantes a formas en la zona de *Peltoceras* (ahora llamado *Epipeltoceras*) *bimammatum* y *P.* (ahora *Gregoryceras*) *transversarium* del Oxfordiano (según el uso de Arkell). Imlay no cree que llega a incluir parte del Kimmeridgiano. En comparación con el Jurásico mexicano, correlaciona como una zona caracterizada por *Dichotomosphinctes*.

Palmer le asignó un espesor de unos 120 metros a las calizas Jagua.

Herrera (1961) encuentra que la litología de la formación Jagua es más variada que la descrita por Palmer y divide la formación en tres miembros, de abajo para arriba:

Miembro Caiguanabo. Nombrada por la Sierra Caiguanabo, comprende calizas negras en capas muy delgadas, conteniendo concreciones fosilíferas.

Miembro Jagua Vieja. Calizas lutíticas y areniscas arcillosas de color oscuro, en capas delgadas, con concreciones. En Caiguanabo el espesor de los dos miembros inferiores se calcula en 120 metros. En la Sierra de Cabezas los miembros superior y medio tienen un espesor aproximado de 110 metros.

Miembro Pimienta. Nombrado por la población del mismo nombre en la parte noroeste de la Sierra de Cabezas. Calizas negras a gris oscuras, recristalizadas, interestratificadas con lutitas calcáreas rojizas. Contienen ocasionalmente concreciones calcáreas y arenosas con escasos ammonites.

Tomando en cuenta los espesores, Herrera asigna a la formación Jagua un espesor promedio de 100 a 140 metros para los tres miembros, si estuvieran todos expuestos en un mismo afloramiento.

La fauna del Jurásico superior, Portlandiano, fue discutida ampliamente por R. W. Imlay (1942), quien dio información completa sobre las localidades, que se extiende sobre unas 375 millas desde el oeste de Pinar del Río hasta la parte oriental de Camagüey, en el norte de Cuba. Los fósiles fueron recogidos principalmente por geólogos de la compañía Atlantic. Fósiles de este nivel, informa Imlay que habían sido recibidos esporádicamente por el Servicio Geológico Norteamericano desde 1929, pero se había supuesto que correspondían al Cretácico Inferior, debido a la gran proporción de ammonites flojamente enrollados semejantes a géneros infracretácicos, asociados con *aptychi* (opérculos de ammonites) semejantes a tipos de la misma edad. Una confusión fue introducida porque según diversos autores, los ammonites jurásicos oxfordianos de la formación Jagua, vendrían de la misma formación de caliza. Imlay, por lo tanto, hizo un estudio pormenorizado de los ammonites y logró determinar que los ammonites desenrollados (*Hamulina*?, *Leptoceras*?, *Ptychoceras*?) están asociados con ammonites de enrollamiento normal que determinan la edad Portlandiano Superior. Géneros no conocidos por debajo del Portlandiano Superior incluyen *Corongoceras*, *Micracanthoceras*, *Durangites*, *Lytohoplites* y *Paradontoceras*. Géneros no conocidos por encima del Portlandiano incluyen *Metahaploceras*, *Physodoceras* y *Durangites*. Géneros que no se presentan por encima del Titoniano Inferior incluyen *Corongoceras* y *Lytohoplites*. La fauna también incluye 7 especies de *aptychi* las que habían sido estudiadas por Trauth (1936) y referidas al "género" *Lamellaptychus*. Hay además una mandíbula de un cefalópodo, referido al género *Hadrocheilus*. Las especies de *aptychi* se comparan con especies del Cretácico Inferior (Neocomiano), pero Imlay hace hincapié en que están estrechamente asociadas con los ammonites jurásicos.

Imlay identifica la caliza que dio los ammonites portlandianos, con la **caliza de Viñales** nombrada por E. De Golyer (1918). R. H. Palmer (1945), en la misma publicación en que propone en nombre Jagua para la caliza oxfordiana, propone el nombre de **formación Quemado** para la caliza que dio los ammonites portlandianos descritos por Imlay, de la provincia de Camagüey; el nombre viene de la localidad Quemado de Güines en la provincia de Las Villas, en cuya provincia, según Palmer, la caliza tiene su mayor desarrollo. La describe como una serie de areniscas duras silíceas y cal-

cáreas y calizas pardas duras, que llega a 1.330 metros (4,400') en espesor. En contradicción a lo expuesto por Imlay, Palmer insiste en que los *aptychi* vienen de otra formación litológica, que llama las "capas con *aptychi*" (*aptychus beds*). Esta formación, manifiesta Palmer que descansa directamente sobre la formación Quemado en las provincias de Las Villas y Camagüey, y que tiene una distribución geográfica amplia, desde Pinar del Río hasta Camagüey, o sea sobre 720 kilómetros. Sobre toda esta distancia, la formación conserva su carácter litológico de una caliza de grano fino, de estratificación delgada con las capas variando desde hojosas hasta unas pulgadas en espesor, localmente con algunas capas de ftanita. En los pozos se presenta como una marga lutítica y bituminosa. Radiolarios abundan en muchos sitios. La fauna en adición a los *aptychi* incluyen unos pocos ammonites, ocasionales restos de peces y escasos moluscos. Palmer agrega que localmente hay ftanita en la base y debajo de estas, una arenisca o conglomerado basal.

Además, Palmer considera que la caliza de Viñales en el sentido exacto es un equivalente lateral de las calizas de *aptychi* como descritas arriba. El nombre de caliza de Viñales, considera Palmer que debe restringirse a una caliza dura, gris y maciza que forma la mayor parte de la Sierra de los Organos. El considera esta caliza equivalente de las calizas con *aptychi*, que en su expresión típica no se extienden más al oeste de San Diego de los Baños en Pinar del Río. Después del depósito de las calizas con *aptychi* y Viñales s. str., Palmer cree que tuvo lugar la primera orogénesis importante, a la vez que la máxima, en la historia geológica de Cuba.

Imlay (1952, p. 969) mantiene el nombre de Viñales para capas de edad Portlandiano, pero admite una subdivisión en una formación Quemado abajo y capas de *aptychi* arriba. Reitera, que en muchos casos los ammonites portlandianos y *aptychi* de tipos supuestamente neocomianos, se encuentran en una misma laja rocosa, por cuyo motivo es necesario suponer que en Cuba tales *aptychi* hicieron su aparición más temprano que en Europa. Aunque en su tabla (que trata únicamente del Jurásico) representa Viñales como restringido al Portlandiano Superior (con hiatus del Jurásico terminal o Purbeckiano), expresa que "en vista de la gran potencia de la caliza Viñales, no sería sorprendente que se hallasen fósiles del Cretácico Inferior en la parte superior de la formación. Se sabe de fuentes fidedignas que en un sitio en la provincia de Pinar del Río la caliza Viñales está cubierta por capas que contienen *Orbitolina texana* (Roemer) que es característico de la parte superior del Cretácico Inferior". (Imlay, loc. cit. p. 969)

ALBIANO - APTIANO

Conjunto con *Nannoconus truiti* - *N. minutus* - *N. elongatus* - *N. bucheri* - *N. wassalli*, asociados con *Orbitolina* ex gr. *O. concava* - *texana* y las primeras "Globigerinas".

BARREMIANO (?)

Conjunto con *Nannoconus steinmanni* - *N. colomi* - *N. kamptneri* - *N. bermudezi* - *N. globulus*.

NEOCOMIANO

Conjunto con *Nannoconus steinmanni* - *N. aff. globulus* - *N. colomi*, asociados con *Calpionella*.

PORTLANDIANO SUPERIOR

Calizas con *Calpionella alpina* y *C. elliptica*, Favreina y Lombardia.

PORTLANDIANO MEDIO

Calizas densas con radiolarios, calizas oolíticas y pseudo-oolíticas. Favreina y Lombardia. *Aptychi* y ammonites portlandianos.

Imlay (en Brönnimann, 1953, p. 263) (fide Hoffstetter en el Léxico, p. 114) admite para la fauna de Viñales que había referido al Portlandiano Superior en 1952, la edad de Portlandiano Medio, siendo representado el Portlandiano Superior por las calizas con *Calpionella elliptica* y *C. alpina*.

Conviene insistir aquí en el interés de estas zonas cubanas para los geólogos venezolanos, ya que en los últimos años se han encontrado en el Estado Yaracuy calizas con ammonites desenrollados superficialmente muy semejantes a las formas de Viñales; además, de la misma región, P. J. Bermúdez (1962 b) ha identificado *Calpionella* por primera vez en Venezuela.

N. M. Herrera (1961) eleva Viñales en la provincia de Pinar del Río al rango de un grupo, cuyo espesor máximo cree que no pasa de 2.500 metros. Lo divide en dos formaciones nuevas: la inferior, Guasasa (Portlandiano-Albiano) que incluye el nivel portlandiano descrito por Imlay, más las zonas adicionales de Brönnimann; y la formación Mina, cuya edad parece variar alrededor del Cenomaniano, posiblemente empezando en el Albiano, y terminando en el Turoniano (o hasta Coniaciano, supone Herrera).

La formación Guasasa se nombra por la Sierra la Guasasa al norte de Viñales. Herrera la divide en dos miembros, que según parece son en gran parte sincrónicos y representan esencialmente dos facies ligeramente diferentes. El espesor de Guasasa, según Herrera es variable, pero no excede 200 metros. Los fósiles de Imlay (1942) se refieren a esta formación, sin especificar el miembro. Los dos miembros se denominan San Vicente y Tumbadero.

Miembro San Vicente. Toma su nombre del balneario de aguas medicinales que se encuentra en la misma región, pero según la figura de Herrera, la sección tipo se encuentra un kilómetro al sur, en la Sierra de Viñales frente a la Sierra la Guasasa. Comprende calizas negras a grises, densas, macizas, en muchas partes pseudo-oolíticas y con partes dolomitizadas. Las calizas de la base son densas, sublitográficas, en capas tan gruesas que la estratificación no es perceptible las de la parte superior tienen estratos delgados a medianos, con abundante microfauna y algunos macrofósiles. Según la lista de las especies (no organizada en zonas), están representadas las zonas desde la de Favreina (Portlandiano Superior) hasta la de *Nannoconus steinmanni* (Neocomiano), incluyendo la zona con *N. steinmanni* - *colomi* - *bermudezi* - *globulus*, interpretada por Brönnimann como Barremiano. Herrera no da cifras del espesor de este miembro, pero al parecer puede en algunos casos corresponder a casi toda la formación Guasasa.

Miembro Tumbadero. Esta se describe como diferenciándose de San Vicente principalmente por la presencia de pedernal (ftanita) en nódulos y lechos, y por ser más escasamente fosilífera. El espesor se indica como 50 - 150 metros. La microfauna indicada por Herrera, indica que la edad puede ir desde la zona de *Calpionella alpina* - *C. elliptica* a la de *Nannoconus truiti*, lo que sugiere que empieza un poco más alto y termina un poco más alto que el miembro San Vicente. No obstante, Herrera informa que aunque en algunos sitios la facies San Vicente parece cesar en el Neocomiano, en otros parece llegar casi hasta el tope de Tumbadero, como está indicado en la tabla.

Formación Mina. Tiene su localidad tipo en la carretera Cabezas-Matahambre, donde la carretera atraviesa el arroyo la Mina, al sur de la población

de Pons. Aquí aflora por debajo de la formación Ancón. Consiste en calizas grises, lajosas, de grano fino, con abundantes foraminíferos, con las cuales están interestratificados intervalos de lutitas, areniscas y ftanitas internamente interestratificadas entre sí. Herrera no da cifra de espesor, porque dice que sus límites son difíciles de identificar, pero que en la zona de Pons es probable que no pasq de los 500 metros.

La microfauna sugiere que la edad sea más limitada que la indicada por Herrera y Seiglie, quienes la indican dudosamente como llegando al Turoniano y hasta quizás Coniaciano Inferior. La lista de foraminíferos sugiere más bien una edad Albiano-Cenomaniano: *Hedbergella* ("Globigerina") *cretaea*, *Rotalipora* cf. *R. appenninica*, *Thalmanninella* sp., *Ticinella roberti*, *Praeglobotruncana* sp., *Planomalina buxtoni*.

Herrera, en su cuadro de columnas estratigráficas de Pinar del Río, introduce varios otros nuevos nombres de formación, en general insuficientemente definidos. En la región de La Mulata a Soroa (algo al noreste de la región donde establece las formaciones que acabamos de describir), él resucita el nombre de Grupo Artemisa de Lewis (1932 a, b) esencialmente coextensiva con su grupo Viñales, el que divide en "formación *Aptychus*" abajo y una formación Yaya arriba, de calizas, areniscas y lutitas, que incluye una facies llamada "caliza de plataforma" Guajaibón con miliólidos. Esta facies, según el cuadro, se puede extender desde el Aptiano-Albiano al Santoniano. Es difícil entender las correlaciones según esta tabla.

Para concluir con este informe de Herrera, señalaremos que en la región de Matahambre-Cabezas en Pinar del Río occidental, dicho autor distingue, descansando en el grupo Viñales con un hiatus de considerable parte del Cretácico Superior, un grupo nuevo llamado Cabezas, que al parecer va desde el Campaniano hasta el Eoceno Inferior, sin interrupción ni hiatus perceptible. Este grupo a su vez lo divide en dos formaciones (facies) distintas en su litología, pero al parecer esencialmente contemporáneas. Herrera sugiere que fueran depositados originalmente en sendas regiones aisladas y que fueron asociadas por movimientos tectónicos posteriores.

Formación Ancón. Deriva su nombre de una finca cerca de la Sierra de Viñales (Herrera, 1961, fig. 5). La parte inferior comprende calizas negras a gris-azuladas, con ocasionales nódulos de ftanita, en estratos medianos, y de grano fino a microcristalino. Esta parte inferior presenta una microfauna de edad Cretácico Superior, cuya edad podría ser limitada al Campaniano, aunque quizás podría ser un poco más larga. La parte superior de la formación se describe como comprendiendo calizas arcillosas, de color marrón, rosado o gris blancuzco, en capas muy delgadas y de grano fino; estas llevan una microfauna que parece ser Paleoceno terminal (zona de *Globorotalia* ("Truncorotalia") *velascoensis*). La diferencia en litología y microfauna entre las dos partes de la formación hace algo sospechosa, la interpretación de que corresponden a una sola unidad estratigráfica. En cuanto al espesor de Ancón, Herrera informa que es muy difícil de calcular, pero que en la zona de Matahambre nunca es mayor de 50 metros y en la zona de Viñales y San Andrés es raramente mayor de 30 metros. Su relación con la formación Pinos es difícil de determinar, ya que ésta a veces parece descansar en Ancón.

Formación Pinos. Comprende rocas piroclásticas de diferentes tamaños de granos, areniscas y lutitas tobáceas, tobas, pedernal y a veces intervalos de lutitas y areniscas no tobáceas, pero con abundante material ígneo redepositado. Hay calizas en forma de cantos y fragmentos, no siendo claro si todas son redepositadas o si corresponden a lentejones que sufrieron fragmentación tectónica posterior. La formación solamente contiene fósiles en estas calizas, de edad Coniaciano-Campaniano, los que por cierto no determinan sino un límite inferior posible para la formación. Herrera, como está indicado en la tabla, supone que es esencialmente contemporánea con la formación Ancón.

La posibilidad de existir simultáneamente en la misma región una facies calcárea y una piroclástica nos parece muy poco plausible. En contraste, si se ha observado en otras regiones del Caribe, que pueden presentarse formaciones calcáreas de amplitud restringida, dentro de una serie predominantemente piroclástica. Posiblemente a la "formación Ancón" corresponden, al menos, dos niveles calcáreos diferentes dentro de tal serie piroclástica.

Formación Martín Mesa. Herrera (p. 16) publica este nombre que atribuye a Ch. Ducloz en un trabajo inédito, para una unidad de calizas en el extremo oriental de Pinar del Río, que compara con el grupo Artemisa, más especialmente con las calizas de la formación con *Aptychus*. Las refiere a las edades "Neocomiano a Coniaciano" sin indicar fósiles ni otros datos que justificaren la correlación.

Igneas Bahía Honda. Esta es otra unidad insuficientemente definida de la misma región oriental de Pinar del Río, que comprende rocas extrusivas de composición andesítica a basáltica, interestratificadas con rocas piroclásticas de grano fino a grueso. Localmente aparecen capas o lentes de caliza y de ftanita. Herrera les asigna una edad Turoniano a Maestrichtiano sin argumentación.

Grupo Habana. Este nombre fue originado por R. H. Palmer (1934) para designar las rocas más antiguas que afloran en el anticlinal Habana-Matanzas. Con anterioridad, De Golyer, 1918 (? fide Lewis) y Lewis (1932 a, p. 539) habían usado el nombre, en la forma de lutitas Habana (Habana shales). La descripción original de la formación fue poco satisfactoria, sin designación de una sección tipo, datos paleontológicos, cifras de espesor, etc. Con posterioridad, los geólogos holandeses que trabajaron en Cuba extendieron el nombre a los sedimentos más diversos en toda la República que consideraban del Cretácico Superior, así que el término ha perdido todo sentido preciso, y hace falta un reestudio completo del Cretácico y Paleoceno para aclarar la confusión.

Palmer (1934) describió la formación Habana como una serie de lutitas, margas, cretas, gravas poco consolidadas, conglomeraos y arenisca calcárea, que asignó al Cretácico Superior. El afloramiento en La Habana, expresa Palmer que no es sino la extremidad occidental de una faja larga que se extiende con una sola interrupción hasta la ciudad de Matanzas (el anticlinal Habana-Matanzas), pero su máximo espesor se alcanza al sur de La Habana, donde llega a unos 7.000' (2.120 metros) en espesor. En la parte occidental de la región, dice Palmer, la parte inferior de la formación comprende una serie potente de lutitas calcáreas y margas de color gris claro y pardo, que contienen mucha piritita. Estas lutitas están cubiertas por una serie potente

de areniscas y lutitas estratificadas que Palmer llama las lutitas o miembro **El Cano**, sin entrar en detalles. El nombre fue propuesto por Lewis (1932 a) como equivalente de **Lucero** de De Golyer, y según Bermúdez es equivalente de la formación **Capdevila**, cuyo nombre se prefiere por haber sido mejor definido. La formación **Capdevila** es Paleoceno. Desde aproximadamente el medio del anticlinal y se extiende hacia el este hasta Matanzas. Según Palmer, las lutitas inferiores y las areniscas (**El Cano**) cambian a un aspecto más marino y pueden ser dividido en los cuatro miembros que se describirán a continuación. El valor de esta afirmación, sin embargo, queda casi anulado por el dato dado por el mismo Palmer en la página anterior (p. 128) que "el afloramiento cretácico en Luyanó" (cerca de La Habana) incluye tres de los cuatro miembros: la grava calcárea, arenisca de conos y lutitas sucias ("dirty shales").

Los cuatro miembros que Palmer describió, sin mención de localidades tipos en general, son los siguientes:

1) **Capas de grava calcárea** (lime gravel member), el miembro inferior o que Palmer consideró como tal, porque Bermúdez expresa ciertas dudas al respecto. Se describe como formado de fragmentos de caliza, con algunos pocos fragmentos redondeados de andesita, riolita y basalto. Según Bermúdez, este miembro lleva una fauna abundante de foraminíferos característicos del Cretácico Superior, Maestrichtiano, como **Omphalocyclus macroporus** (Lamarck), **Orbitoides browni** (Ellis) y otros muchos. También se mencionan rudistas y el erizo **Lanieria lanieri** d'Orbigny. El origen de esta formación, si es una caliza nodular, si es una formación originalmente maciza, pero tectonizada o que meteoriza en forma de gravas, o si se compone de fragmentos de calizas antecedentes, no aparece por las descripciones. Tampoco se explica la presencia de calizas con Alveolínidos semejantes a la caliza paleocena Remedios (vea más adelante), a menos que este miembro realmente sea más moderno de lo que Palmer suponía y con gran cantidad de macro y microfósiles cretácicos redepositados. Este miembro ha sido nombrado recientemente por Herrera (p. 19) la formación **Peñalver** del grupo Habana.

2) **Miembro de arenisca de conos** (cone sandstone member) (traducido en el Léxico como conos de arenisca). Palmer la describe como una arenisca de cemento calcáreo, con numerosos granos de color verdoso, probablemente glauconíticos y que tiende a formar concreciones bajo meteorización de forma cónica invertida. Palmer informa que este miembro aflora extensamente en la vecindad de La Habana, siendo explotado como piedra de construcción de caminos. Menciona unos escasos fósiles del Cretácico Superior sin nombrarlos. En 1945, él menciona las margas blancas del miembro siguiente como una facies local de la arenisca.

3) **Miembro de creta** (chalk member), traducido por Bermúdez como miembro de marga blanca. En 1934, Palmer lo describe como una creta que varía de unos pocos pies a 100 pies o más en espesor, que con frecuencia descansa en la arenisca y que tiene un desarrollo considerable en Luyanó y también al este, en el lado sur de la bahía de La Habana. Localmente es dura, aporcelanada y forma cerros, pero en otras partes es blanda y lleva abundantes foraminíferos. Según Bermúdez en el Léxico, se trata de una marga muy pura y homogénea que al ser lavada deja un residuo

de foraminíferos bien preservados, con predominio de formas pelágicas del Cretácico Superior. Parece posible, sin embargo, que Palmer haya confundido cretas más modernas con la creta cretácica p. ej., la de Madruga.

4) **Miembro de cantos grandes** (big boulder bed member). En 1934, Palmer describe este miembro como variando en el sentido del rumbo, desde una lutita parda a una serie de capas de caliza dura alternando con lutitas. Las lutitas son blandas, friables, de aspecto terroso y compuestas principalmente de detritus de rocas ígneas, con color pardo. Palmer llama estas lutitas también las "lutitas sucias" o quizás se traduciría mejor lutitas terrosas (dirty shales). Donde están presentes las calizas, estas bajo meteorización se reducen a peñones o cantos. Esta facies con calizas informa Palmer que no se halla en la vecindad de La Habana, pero no precisa donde se encuentra, porque dice que "en la parte oriental de la región, la fauna característica de este miembro se presenta en la facies de lutita". Más hacia el oeste, según Palmer, este miembro parece pasar a lutitas y areniscas casi sin fósiles llamadas **El Cano**. Según Palmer, el miembro de peñones lleva una fauna abundante de foraminíferos, corales y equinodermos, también abundantes moluscos y ocasionales ejemplares de **Trigonia**, **Inoceramus**, **Pholadomya** y **Pecten**. La fauna, según Palmer, ha sido determinado por paleontólogos europeos como Maestrichtiano.

De paso en 1934, Palmer menciona que en la carretera General Machado entre Capdevila y Vento, hay una serie de lutitas y areniscas muy semejantes litológicamente que se distinguen de las "lutitas terrosas" principalmente por ser más arenosas, y por llevar una escasa fauna de edad "considerada Eoceno Inferior por algunos paleontólogos". Agrega Palmer que "estratigráficamente parece representar una continuación de la sedimentación de las "dirty shales" y por lo tanto ser de edad Cretácica. Es concordante en todas partes con el Cretácico, está muy inclinada y cubierta en discordancia por el Eoceno Superior poco inclinado" (esto es Eoceno Inferior, formación Universidad). En 1938 (fide Wilson, Sando y Kopf, 1957) Palmer aplicó el nombre de formación **Capdevila** a estas capas, que en 1945 la separa de la formación Habana y la refiere al Paleoceno.

Según Herrera (1961), Ch. Ducloz y D. Rigassi han hecho recientemente un reestudio de la unidad estratigráfica Habana en la provincia del mismo nombre, pero al parecer el informe no ha sido publicado. Informa Herrera que en este informe se eleva Habana al rango de grupo, y se le asignan las siguientes formaciones, en orden descendiente: Capdevila, Alcázar, Apolo, Peñalver y Vía Blanca, más unas capas descritas solamente como pre Vía Blanca. En la provincia de Pinar del Río, según Herrera, se reconocen solamente las formaciones Capdevila, Peñalver y Vía Blanca. En el cuadro y en la discusión que sigue, Herrera incluye también en el grupo Habana, la formación **Madruga** entre Capdevila y Peñalver.

Las formaciones Capdevila y Madruga las describiremos más adelante, ya que nos parece debatible la propiedad de incluir estas formaciones terciarias en el mismo grupo con las cretácicas, en vista de que no se ha identificado paleontológicamente (que sepamos) el Daniano o "zona de Globigerina" y que puede por lo tanto existir un hiatus considerable dentro del grupo.

El nombre de Peñalver evidentemente se propone para el miembro de grava calcárea de Palmer.