

Crítica a la hipótesis de los "dos" Pleistocenos cubanos, a la luz de la información edafológica

FERNANDO ORTEGA SASTRIQUES e IRINA ZHURAVLIOVA

RESUMEN

Se analizan las ideas que indujeron a otros autores a introducir, en la historia paleoclimática de Cuba, la hipótesis del Pleistoceno "húmedo" que pasó a Pleistoceno "seco" hace 700 000 años, y se concluye que dicha hipótesis fue propuesta como un requisito para mantener el origen marino de la Formación Villarroja.

Sobre la base de la evidencia edafológica, se critican los argumentos aducidos por esos autores, quienes han tratado de demostrar que esa Formación no es eluvial. Luego se aportan criterios en contra de su origen marino y en contra de la posibilidad de que pueda tener 700 000 años de edad. Se concluye que no es posible admitir la hipótesis de los dos Pleistocenos cubanos en detrimento de la hipótesis de las oscilaciones climáticas. Se exponen nuevas ideas sobre la génesis de los suelos ferralíticos cubanos en el marco de la evolución climática pleistocénica de Cuba.

1. INTRODUCCIÓN

Recientemente publicamos un artículo sobre las lluvias de Cuba durante la glaciación de Wisconsin (ORTEGA y ARCIA, 1982), en el cual consideramos que en ese tiempo el clima de Cuba se caracterizaba por ser árido; este punto de vista contradecía opiniones vertidas sobre nuestro clima pleistocénico, pues la mayor parte de los autores consideraban que los periodos pluviales se correspondían con los periodos glaciales de las altas latitudes (ACEVEDO, 1971; MAYO y KARTASHOV, 1972; MAYO y PEÑALVER, 1973; KARTASHOV y MAYO, 1976).

El trabajo de referencia fue expuesto en la Jornada Científica del Instituto de Geografía, de la Academia de Ciencias de Cuba, y más tarde en la Jornada Científica del Instituto de Geología y Paleontología, del mismo organismo científico; ambas jornadas se llevaron a cabo a finales de 1981. En ellas el trabajo fue apoyado, inclusive, por algunos de los autores que habían mantenido el punto de vista contrario. En el debate del mismo supimos que otros autores estaban arribando a conclusiones

Manuscrito aprobado el 10 de setiembre de 1982.

F. Ortega Sastriques e I. Zhuravliova pertenecen al Instituto de Suelos, de la Academia de Ciencias de Cuba.

similares, sobre la base de los sedimentos de las cavernas y rasgos geomorfológicos (ACEVEDO *et al.*, 1975; M. Acevedo, comunicación personal), así como sobre la base de los depósitos fluviales pleistocénicos de las llanuras rojas (S. Dzulynski *et al.*, inédito¹).

En ese mismo año, apareció publicado en la Unión Soviética el libro "El Antropógeno (Cuaternario) de Cuba", de los autores I. P. Kartashov, A. G. Chernyajovski, y L. Peñalver. En esta obra se da un enfoque completamente distinto a la historia climática pleistocénica de Cuba; estos autores, pasando por alto las opiniones y pruebas sobre las oscilaciones climáticas pleistocénicas, que habían publicado con anterioridad (MAYO y KARTASHOV, 1972; MAYO y PEÑALVER, 1973, 1976; KARTASHOV y MAYO, 1976), consideraron ahora (KARTASHOV *et al.*, 1981:42) que durante el Cuaternario sólo hubo un cambio climático brusco; existió un "Pleistoceno húmedo" con lluvias que superaban en 600-700 mm a las actuales, hasta que hace 700 000 años comenzó el "Pleistoceno seco" con un clima que casi no ha sufrido cambios hasta nuestros días. De esta manera, según estos autores, a partir de la época de la glaciación de Nebraska en Norteamérica (de Günz en los Alpes, y de Menap en el resto de Europa), todas las oscilaciones climáticas que afectaron al resto del mundo en el Pleistoceno medio y superior no se reflejaron en Cuba.

Al aparecer este libro, la discusión sobre el paleoclima más reciente de Cuba se complica; ya no se trata de demostrar si los períodos pluviales coincidieron con los períodos glaciales o con los interglaciales, sino de discutir si estas oscilaciones ocurrieron efectivamente. El trabajo de KARTASHOV *et al.* (1981), sin duda, es un hito en el estudio del Cuaternario cubano, y por la riqueza de materiales que presenta, no puede subestimarse ninguna de las afirmaciones que en él se hacen. En el trabajo anterior (ORTEGA y ARCIA, 1982), sólo pudimos referirnos de pasada a la obra aquí analizada, pues la conocimos cuando ya se había entregado el manuscrito y la discusión de esta nueva obra hubiera obligado a rehacer nuestro trabajo y aumentar mucho su volumen.

Ahora trataremos de aclarar las deducciones (que no siempre aparecen expresadas claramente en el libro) que llevaron a los citados autores a considerar la existencia de "dos" Pleistocenos, y de aportar la información edafológica que contradice las ideas básicas de tal concepción; pues consideramos que la hipótesis paleoclimática expuesta en el libro "El Antropógeno de Cuba" es errónea y que su aceptación provocará una gran confusión en las investigaciones sobre la génesis y distribución de las formas geográficas actuales, de los suelos, y de las especies animales y vegetales.

¹ "Observaciones sobre la génesis de algunos sedimentos terrígenos cuaternarios del occidente de Cuba". Fondo Geológico del IGEP, ACC, 1980.

2. EL ORIGEN DE LA CONCEPCIÓN DE LOS DOS PLEISTOCENOS

En la obra analizada se dice: “en la actualidad el intemperismo químico intenso, con la consiguiente destrucción de las esmectitas y conversión parcial en caolinita, ocurre solamente en aquellas regiones de Cuba donde las lluvias sobrepasan los 1 800 mm” (KARTASHOV *et al.*, 1981:41). Pero esta observación geográfica no parece una prueba convincente de que efectivamente esto sea así; además, no se cita a ningún autor que haya reportado este hecho en otros lugares del mundo, y contradice lo observado en los horizontes inferiores de los suelos Ferralíticos Rojos (OBREGÓN, 1979; CAMACHO, 1980), donde se constata la continua destrucción de las esmectitas, bajo lluvias de 1 000 a 1 400 mm.

Más adelante se continúa: “los depósitos abigarrados con perfil de intemperismo caolinítico se encuentran en regiones con lluvias anuales de hasta 1 200 mm”, y por tanto “el clima del comienzo del Pleistoceno de Cuba fue más húmedo que el final”, “lo cual permite dividir el Pleistoceno de Cuba en dos partes, la inferior, más húmeda, y la superior, más seca”; y como la evidencia de ese cambio viene dada por los perfiles caoliníticos, se agrega: “este límite pasa por la parte superior de la Formación Villarroja” (KARTASHOV *et al.*, 1981:41).

Los mecanismos que provocaron ese cambio no se explican, pero se asocian con la inversión paleomagnética Mauyama/Brium, que ocurrió hace 700 000 años (KARTASHOV *et al.*, 1981:41).

Resumiendo: se puede decir que la deducción de lluvias mayores que las actuales parte del supuesto que no hay formación de caolinitas con lluvias menores de 1 800 mm; y que el límite entre los dos Pleistocenos climáticamente diferentes viene dado por el fin de la sedimentación de la Formación Villarroja, última formación con abundante cantidad de caolinitas.

Desde hace mucho tiempo, estos autores han afirmado el origen sedimentario marino de la Formación Villarroja (KARTASHOV *et al.*, 1976). Consideramos que el desarrollo de las ideas que se derivan de la hipótesis sobre el origen sedimentario marino de la Formación Villarroja, es el motivo fundamental que obligó a los autores a dejar en el olvido sus anteriores trabajos, donde se trataban las oscilaciones climáticas pleistocénicas (MAYO y KARTASHOV, 1972; MAYO y PEÑALVER, 1973, 1976; KARTASHOV y MAYO, 1976). Trataremos de exponer esta línea deductiva, a pesar de que no está como tal en el libro.

Los autores niegan la teoría de Zonn y otros autores (ZONN, 1968; ZONN y RUBILINA, 1969; FORMELL y BUGUELSKII, 1974), según la cual, los suelos Ferralíticos Rojos de Cuba se formaron a partir de la redeposición de cortezas de intemperismo de las rocas serpentínicas (KARTASHOV *et al.*, 1981:62), con lo cual también estamos de acuerdo y que parece ya debidamente probado (CAMACHO, 1980; FUNDORA *et al.*, 1982; SCULL *et al.*,

1982). Consideran que la Formación Villarroja se formó a partir de la redeposición de las cortezas derivadas de la Formación Guevara y en menor escala de ceniza volcánica (KARTASHOV *et al.*, 1981:63). Esta última afirmación es sorprendente, pues no se conoce actividad volcánica durante el Cuaternario en el Archipiélago Cubano, el único argumento que se aporta a tal afirmación son las conclusiones de otros autores, en suelos semejantes de las bastante lejanas Islas Bermudas (RUHE *et al.*, 1961; LAND *et al.*, 1967).

En definitiva, sólo se ha logrado pensar en una sola fuente posible de materiales para la Formación Villarroja, esta es la Formación Guevara, la cual se encuentra, en la columna estratigráfica, en el piso inmediatamente inferior a la Villarroja (KARTASHOV *et al.*, 1981:45).

La Formación Villarroja ocupa la mayor parte de las llanuras bajas de Cuba, pero se puede encontrar en la Provincia de Guantánamo hasta la cota de los 600 m (KARTASHOV *et al.*, 1981:60); en las provincias occidentales los suelos Ferralíticos Rojos son comunes en alturas de más de 100 m.

Es muy raro encontrar restos de la Formación Guevara a esas alturas, a pesar de que debió estar situada en un nivel topográfico relativamente superior a la Villarroja, para poder ser transportada al mar. El reporte sobre su hallazgo a 800 m (KARTASHOV *et al.*, 1981:57) puede ser debido a lo amplio del concepto "formación" de estos geólogos cuaternaristas; en el próximo acápite analizaremos qué son estas formaciones para los edafólogos.

La única forma de explicar la presencia de estas formaciones a tales alturas, es considerar la elevación de bloques a partir del fin de la sedimentación de la Formación Villarroja (KARTASHOV *et al.*, 1981:60); de esta manera, la Meseta del Guaso, en la Provincia de Guantánamo, se debió elevar a la velocidad de 1,4 mm/año, velocidad rápida pero posible y concordante con la dirección del movimiento del horst Moa-Baracoa (ITURRALDE-VINENT, 1977). Sin embargo, esas superficies han sido estimadas por LILIEMBERG (1973) de mucha más edad, del Plioceno o aún del Plioceno antiguo, y su origen no se debe a la abrasión marina, sino a procesos subaéreos.

Los suelos rojos de las alturas calizas de Habana-Matanzas, debieron ascender 0,4 mm/año, de acuerdo con la hipótesis analizada, lo cual no concuerda con la dirección del movimiento del semigraben Habana-Matanzas, que experimenta subsidencia desde comienzo del Pleistoceno (ITURRALDE-VINENT, 1977); además estas alturas tienen edad pliocénica (LILIEMBERG, 1973).

La gran extensión de la Formación Villarroja en la Isla de Cuba, obligó a los autores a suponer una elevación casi general de la Isla a partir del intervalo regresivo Villarroja-Jaimanitas (KARTASHOV *et al.*, 1981:122); esta elevación general no se corresponde completamente con los

movimientos de la etapa platafórmica, planteados por ITURRALDE-VINENT (1977), ni por su dirección ni por los límites de los bloques.

La deducción sobre la escasez de lluvias en el final del Pleistoceno se basa fundamentalmente en la presencia de esmectitas en las formaciones que suponen posteriores a la inversión paleomagnética Matuyama/Brium (KARTASHOV *et al.*, 1981:41), y suponemos que también influya el reporte que hacen sobre la existencia constante de minerales interestratificados caolinita-esmectitas en la Formación Villarroja (KARTASHOV *et al.*, 1981:59), los cuales se debieron conservar por alguna razón en la masa mineral de esa formación.

Resumiendo, consideramos que el camino deductivo seguido por los autores fue el siguiente: (1) los suelos rojos sobre calizas no pueden ser aluviales, entre otras causas, por ser muy profundos y tener una transición violenta con la roca; (2) no tienen, en su mayoría, una relación directa con las serpentinitas; (3) la única fuente posible de sedimentos es la Formación Guevara más antigua; (4) los suelos rojos pueden estar a 600 m y la Formación Guevara debió estar en posiciones relativas mayores durante la deposición Villarroja; (5) las posiciones altimétricas actuales se deben a la elevación de bloques; (6) las elevaciones son de tal magnitud que se deben situar bastante atrás en la historia geológica; (7) si la emersión de la Formación Villarroja ocurrió hace tanto tiempo, es difícil de explicar la conservación de minerales interestratificados caolinita-esmectita en estos suelos automórficos; (8) estos minerales se conservaron debido a que el clima era más seco, sin posibilidades de formación de caolinitas; (9) se debe renunciar a las antiguas ideas sobre oscilaciones climáticas.

Si se logra probar: (1) que los argumentos sobre el origen sedimentario marino de los suelos Ferralíticos Rojos de las llanuras y mesetas de Cuba no son convincentes, y (2) que la supuesta emersión de la Formación Villarroja no pudo haber ocurrido hace 700 000 años; la hipótesis sobre los Pleistocenos “húmedo” y “seco” no se sostendría. Este es, en esencia, el objetivo del presente trabajo.

3. ACLARACIONES TERMINOLÓGICAS

Desafortunadamente, en la edafología y en la geología no se emplean siempre los mismos términos y conceptos, y muchas veces una misma palabra tiene distinto contenido. En este caso se hace necesario aclarar algunos aspectos para la comprensión de lo aquí tratado por ambos tipos de especialistas.

Minerales interestratificados caolinita-esmectita. Minerales donde se suceden capas 1:1 y 2:1 (caolinita-esmectita). Este mineral fue descrito por GRADUSOV (1976), y KARTASHOV *et al.* (1981:59) lo reportaron como el principal componente, siempre constante, de la Formación Villarroja.

Aquí el término esmectita no fue empleado para indicar una variedad de la haloisita, como lo hace DANA (1969), sino como un término general para designar a las capas 2:1.

Formación Guevara. Coincide con los suelos Ferralíticos Amarillos Lixiviados, con sus dos subtipos: típico y laterizado; y sus dos géneros: eluvial de caliza y formado a partir de materiales transportados (INSTITUTO DE SUELOS, 1980). KARTASHOV *et al.* (1981:58) consideran que es un sedimento marino, lo cual hace muy difícil comprender la explicación que dan (p. 56) a la presencia de esmectitas en esa formación: “las esmectitas de estos depósitos, sin dudas, han sido recibidas de la roca subyacente (zaimstvovani iz podstilayushij parod)” ¿Cómo, si se decía por ellos mismos que no era eluvial?

Al parecer, se considera parte de esta Formación a los suelos Amarillos Montañosos, considerados por HERNÁNDEZ *et al.* (1971) en la primera clasificación genética de los suelos de Cuba.

Formación Villarroja. Se consideran tres fases: la primera son suelos Ferralíticos Rojos con alto contenido de arenas, poligénicos; la segunda son suelos Ferríticos poco evolucionados (HERNÁNDEZ *et al.*, 1971), transportados desde macizos de rocas básicas y ultrabásicas; la tercera son suelos Ferralíticos Rojos propiamente dichos. No estamos seguros de que incluyan a los suelos Ferralíticos Rojos poco potentes y a las Rendzinas Rojas (INSTITUTO DE SUELOS, 1980). Dentro de esta Formación se incluyen los suelos Ferralíticos Rojos Lixiviados, posiblemente en la primera fase.

Terra rossa. Varios geólogos y geomorfólogos que han trabajado en Cuba, así como estos autores en particular, comprenden como “terra rossa” a cualquier material terrígeno de origen eluvial sobre calizas.

Para los edafólogos, el término es más limitado, pues consideran a la “terra rossa” como un tipo de suelo fersialítico rojo (DUCHAUFOR, 1977), formado por disolución pelicular (LAMOUREUX, 1967, 1972a) de las rocas calizas, quedandó en el suelo las impurezas constituidas por arcillas y óxidos de hierro, el cual se rubifica con mayor o menor velocidad (DUCHAUFOR, 1977).

4. DISCUSIÓN

4.1 Análisis de las pruebas aportadas sobre la imposibilidad del origen eluvial de la Formación Villarroja

4.11 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

KARTASHOV *et al.* (1981:62) hacen referencia a NÚÑEZ *et al.* (1970), quienes han negado el carácter de “terra rossa” (eluvial) de los suelos rojos sobre calizas duras y semiduras de la Península de Guanahacabibes.

Estos autores tomaron dos piedras sueltas (regolitos, de acuerdo a la terminología utilizada en ese trabajo) y las sometieron a un impresionante número de análisis: espectrales, mineralógicos, etc., con lo cual concluyeron que ambos regolitos contenían productos derivados de las rocas serpentínicas. Sobre esta base se dice que los suelos rojos de la Península no son "terra rossa".

Con el método empleado no se logra demostrar lo que se pretendió. Para demostrar que un suelo no es eluvial se debe comparar la masa mineral del suelo con la roca o residuos de la roca que supuestamente lo originó, y analizar si existe correspondencia entre sus minerales y su composición; el análisis de la roca por sí sólo no permite pronunciarse.

El hecho de que en las rocas calizas miocénicas aparezcan productos derivados de las serpentinas, es algo usual en toda Cuba, y quiere decir que durante el Mioceno la sedimentación de esas calizas ocurrió en cercanías de tierras donde existían cortezas de meteorización de rocas ultrabásicas, y no se puede excluir que a partir de las calizas miocénicas se formaran suelos por eluviación (FRANCO, 1973). Pueden existir otras posibilidades; por ejemplo, en el S de La Habana las calizas tienen impurezas que parecen vincularlas a los macizos de esquistos metamórficos (CAMACHO, 1980).

La relación entre los minerales de las rocas calizas y los suelos Ferralíticos Rojos que se encuentran sobre ellas ya se puede encontrar en la literatura edafológica cubana (CAMACHO, 1980; BOSCH, 1981; FUNDORA *et al.*, 1982).

Mejor argumento contra la hipótesis eluvial pudo haber sido el comparativo alto contenido de arena cuarcítica que presentan los suelos rojos de Guanahacabibes (NÚÑEZ *et al.*, 1970). Esta arena pudo haber sido depositada por las corrientes marinas durante algún período interglacial, o depositada sobre el suelo por los vientos del SE durante la regresión de Wisconsin (esta idea se desarrolla más adelante); la incorporación de las arenas a la masa del suelo se puede explicar por el proceso de pedoturbación, el cual ocurre con singular energía en los suelos biológicamente muy activos de los bosques intertropicales.

Otra referencia de KARTASHOV *et al.* (1981:62) es la de FORMELL y BUGUELSKII (1974), quienes demostraron, sin lugar a dudas, la redeposición de cortezas lateríticas sobre calizas. Esto pudiéramos no discutirlo, ya que estas masas transportadas no son suelos Ferralíticos Rojos, y no negamos la posibilidad de transportes locales. Sin embargo, no podemos evitar la tentación de mencionar que en la Región de San Miguel de los Baños, estudiada por FORMELL y BUGUELSKII (1974), se han hecho recientemente varios trabajos edafológicos (RUIZ, 1980; SCULL *et al.*, 1982), en los cuales se prueba que en el mismo valle hay suelos: formados a partir del deluvio de las rocas serpentínicas; eluviales, formados a partir de calizas duras; y poligénicos, a partir de productos eluviales y deluviales.

Se debe hacer notar que, a pesar de que las fuentes bibliográficas (NEMEC *et al.*, 1967; NÚÑEZ *et al.*, 1970; FORMELL y BUGUELSKII, 1974) fueron citadas como apoyo contra el origen eluvial de los suelos rojos de las llanuras cársicas, luego se rechazan estos mismos trabajos (KARTASHOV *et al.*, 1981:64), porque se consideran imposibles las afirmaciones que se hacen en ellos, o sólo de importancia local. Aunque estamos de acuerdo con los argumentos empleados por los autores contra las hipótesis de esos trabajos, nos parece inadecuado haberlos empleado antes a su favor sin hacer ningún tipo de reserva a los planteamientos formulados.

4.12 LA YACENCIA DE LA FORMACIÓN VILLARROJA

“La Formación, en la mayoría de los casos, descansa sobre la Formación Guevara y no sobre la caliza” (KARTASHOV *et al.*, 1981:62).

Es difícil estar de acuerdo con que en la mayoría de los casos los suelos ferralíticos de color rojo de las llanuras y mesetas no se encuentran sobre calizas; para esto basta ver el mapa de suelos 1:250 000 (INSTITUTO DE SUELOS, 1971). Suponemos que la diferente apreciación se deba a dos causas: (1) no estimaron como parte de la Formación Villarroja a los suelos poco potentes, por considerarlos “terra rossa”; (2) incluyeron en la Formación Villarroja a suelos derivados de materiales transportados de peridotitas, como los reportados por FORMELL y BUGUELSKII (1974), así como otros suelos rojos, aún mal estudiados, situados al N de Holguín, Pinar del Río, y Villa Clara.

Estamos de acuerdo en que no es difícil encontrar, en las zonas bajas y depresionales, suelos cuya capa superior es rojiza y la inferior amarillenta, o bien abigarrada de rojo, amarillo, y gris. Para los edafólogos, esto no indica obligatoriamente que exista una discontinuidad en la sedimentación; puede ser la misma masa original (de origen eluvial o transportada), pero en la parte superior el hierro se encuentra en forma de hematita o amorfa, el cual tiñe el suelo de rojo o pardo rojizo (SEGALEN, 1969; DUCHAUFOR, 1977), mientras que más abajo se encuentra en forma hidratada (goethita), o bien se ha redistribuido bajo la influencia de condiciones reductoras, dejando franjas con el color gris de las caolinitas. La transición entre ambos horizontes raramente es brusca (véase el ejemplo dado por ASCANIO, 1973:77).

El primer caso es típico de las llanuras abiertas, donde el manto freático alcanza el suelo, favoreciendo la hidratación (o impidiendo la rubificación); el segundo caso es típico de las cuencas cerradas o semi-cerradas, donde el manto freático también alcanza el suelo, pero que, por la menor transferencia de aguas, éstas son más viejas y faltas de oxígeno, favoreciendo la reducción del hierro.

Todo lo anterior no quiere decir que no exista movimiento de los materiales ferralíticos que componen estos suelos. Es lógico suponer que

en las llanuras bajas los suelos se hallan formado a partir de materiales transportados o que su origen sea poligénico, eluviales-aluviales; así aparece reflejado en el mapa de suelos a escala 1:250 000 (INSTITUTO DE SUELOS, 1971).

4.13 LA COMPOSICIÓN DE LA CALIZA

“Los análisis químicos y espectrales demuestran que los materiales de la Formación Villarroja contienen una serie de elementos que no existen en la caliza”; también dicen: “las calizas que sustentan a la Formación Villarroja contienen insignificantes cantidades de restos insolubles, o no tienen nada” (KARTASHOV *et al.*, 1981:62).

La primera afirmación se hace en dos referencias bibliográficas: en el primer trabajo citado, ya visto (NÚÑEZ *et al.*, 1970), se analizó la roca, pero no la relación de ésta con la masa mineral del suelo; sólo se logró probar que los regolitos calcáreos analizados contienen elementos provenientes de peridotitas. La segunda referencia es la del trabajo de FORMELL y BUGUELSKII (1974), el cual sólo demuestra que existe posibilidad de redeposición de materiales derivados de ultrabasitas sobre calizas situadas en las inmediaciones de macizos montañosos de este tipo de roca, y aún así vimos que en estas zonas la redeposición no es absoluta (RUIZ, 1980; SCULL *et al.*, 1982).

Los análisis espectrales de suelo y roca realizados por otros autores (CAMACHO, 1980; BOSCH, 1981) permiten reconocer los suelos eluviales sobre calizas de los que se formaron bajo la influencia de las peridotitas; los análisis de difracción de rayos X, térmicos, así como la composición de las arenas, demuestran la relación entre la roca y el suelo en la mayoría de los Ferralíticos Rojos estudiados (CAMACHO, 1980; BOSCH, 1981, FUNDORA *et al.*, 1982).

KARTASHOV *et al.* (1981:48) determinaron los residuos de calizas disolviéndolas con ácido clorhídrico al 2 %, por lo cual no es raro que reporten tan bajos contenidos de impurezas. Este tratamiento es rápido y brutal, ya que además de disolver el carbonato, destruye toda una serie de productos amorfos; por eso se recomienda emplear como disolvente el ácido acético al 10 %, tamponeado con amoníaco para mantener el pH a 4,2 durante todo el proceso disolutivo (LAMOUROUX, 1972a). Este procedimiento ha sido empleado en Cuba en el estudio de la relación entre los suelos ferralíticos y las calizas miocénicas sustentadoras (CAMACHO, 1980; BOSCH, 1981); se han encontrado contenidos de impurezas muy variables: las calizas claras tienen contenidos bajos (0,7 %), pero las más oscuras alcanzan el 4,5 % y las rojas llegan al 13,2 %.

A pesar de que en la página 62 de la obra de KARTASHOV *et al.* (1981), se aduce el supuesto bajo contenido de impurezas de las calizas como prueba contra el origen eluvial de la Formación Villarroja, al tratar sobre

la Formación Guevara, la cual se encuentra, casi por doquier, sobre la misma Formación Güines, se reconoce la posible herencia de esmectitas, "siempre presentes en estas calizas miocénicas" (KARTASHOV *et al.*, 1981:56).

De acuerdo con los cálculos realizados por ORTEGA y ARCIA (1982), una caliza con los contenidos de impurezas reportados por CAMACHO (1980) puede generar un suelo Ferralítico Rojo en 120 000-450 000 años, en dependencia del contenido de éstas; en el cálculo se utilizó el coeficiente de lavado que se puede deducir del trabajo de ITURRALDE-VINENT (1972). Para formar 2 m de suelo hace falta que se disuelvan desde 9 m de calizas con el 12 % de impurezas, hasta 34 m de calizas de alta pureza. La primera cifra no es nada improbable en un proceso eluvial, y la segunda es posible si consideramos que los suelos Ferralíticos Rojos de las llanuras se pudieron generar sincrónicamente con un proceso general de pediplanación de las llanuras cubanas.

4.14 LA ESTRATIFICACIÓN DE LA FORMACIÓN VILLARROJA

De acuerdo con los autores (KARTASHOV *et al.*, 1981:62), "la Formación Villarroja presenta estratificación y otras texturas sedimentarias".

Todos los edafólogos cubanos sabemos que es extremadamente raro encontrar estratificaciones en los suelos Ferralíticos Rojos; éstas sólo existen en las cercanías de los arroyos y embudos cársicos.

El lugar típico de la Formación Villarroja está situado en el antiguo cauce del Río Artemisa, el cual corrió por él en períodos pluviales; actualmente el Río desaparece unos kilómetros más al N y el cauce se encuentra rellenado por los materiales depositados por el Río al perder su capacidad de acarreo. Esta situación tan peculiar se puede comprobar estudiando la hoja topográfica 1:50 000 (Artemisa), y se nota aún en el esquema que se muestra en el trabajo donde se describe esta formación (KARTASHOV *et al.*, 1976). La estratificación que se observa en el canal abierto en el antiguo cauce tiene todas las características de ser aluvial, con materiales clásticos traídos desde las cercanas alturas de la Sierra del Rosario.

4.15 LA PRESENCIA DE PERDIGONES

KARTASHOV *et al.* (1981:62) afirman: "los perdigones no se han formado *in situ*, han sido redepositados desde corazas lateríticas"

Ya BENNETT y ALLISON (1928) aportaron pruebas sobre el origen *in situ* de los perdigones. Dada la autoridad de que aún gozan los trabajos de estos investigadores, debieron ser mencionados en la obra objeto de este debate.

Los trabajos de micromorfología realizados en los últimos años en los suelos Ferralíticos Rojos de Cuba no confirman ese transporte

(ZONN y RUBILINA, 1969); otros autores afirman que existen concreciones en formación (BOSCH, 1981).

El hecho de que los perdigones se encuentren, generalmente, distribuidos en toda la masa del suelo, es un argumento a favor del origen *in situ* y no sobre su transporte, como afirman KARTASHOV *et al.* (1981:59 y 62), ya que por su mayor peso específico y tamaño debieron haberse segregado en capas o bandas dentro del sedimento. Se pueden encontrar estas capas de perdigones con yacencia fuertemente inclinada en las cercanías de los embudos cárnicos, lo cual indica el acarreo; o en las discontinuidades texturales de los suelos ferralíticos poligénicos de dos miembros, donde su origen se debe al proceso pseudopodzol, descrito por ZONN (1968, 1971).

4.16 LA FALTA DE HORIZONTES EDÁFICOS

La aparente falta de horizontes no es absoluta, si bien son difíciles de apreciar por los no edafólogos; para esto basta ver la clasificación de suelos (INSTITUTO DE SUELOS, 1980). Dentro de la Formación Villarroja se consideran los suelos Ferralíticos Rojos Lixiviados, donde hay un horizonte iluvial claramente manifestado. Dentro del tipo Ferralítico Rojo existe el subtipo compactado, donde hay un horizonte B de génesis aún poco clara.

Sólo en el subtipo Ferralítico Rojo típico es difícil ver, a simple vista, horizontes genéticos; pero de ahí a decir que el suelo sólo abarca la capa arable de 0,5 m, como afirman KARTASHOV *et al.* (1981:62), hay mucha distancia. En estos suelos el humus penetra profundamente (ORTEGA, 1982), así como las raíces, y la discusión de hasta dónde llega el suelo y dónde comienza la corteza no aporta nada a esta polémica, pues no dice nada sobre el posible origen eluvial de la misma.

4.17 LA BRUSCA TRANSICIÓN ENTRE EL SUELO Y LA ROCA

Esta forma de transición es común en los suelos eluviales sobre calizas, en muchas partes del mundo, y a los edafólogos no nos sorprende, pues así debe ser en nuestras condiciones.

Por otra parte, si se toman muestras de la zona de contacto, se podrán constatar las rápidas transformaciones que tienen lugar en los minerales heredados de la caliza; esto fue hecho en los suelos Ferralíticos Rojos por OBREGÓN (1979), CAMACHO (1980), y BOSCH (1981).

La caliza dura sufre un tipo de alteración pelicular descrita detalladamente por LAMOUREUX (1967, 1972a), donde los cambios ocurren en la superficie de contacto con la caliza, siendo muy común en muchas partes del planeta.

4.2 El origen marino de la Formación Villarroja

4.21 ARGUMENTOS EN CONTRA

Es frecuente encontrar los suelos Ferralíticos Rojos sobre calizas en un mismo nivel y posición geomorfológicos que otros suelos pardos desarrollados sobre arcillas del Terciario (S. Dzulyński *et al.*, inédito¹).

En la mayoría de los lugares, los suelos Ferralíticos Rojos descansan sobre la caliza, llenando todas las depresiones cársicas; KARTASHOV *et al.* (1981:62) explican esto diciendo que el mar invadió las llanuras ya carstificadas. Entonces lo lógico sería encontrar en el fondo de los embudos cársicos restos de la Formación Guevara y/o caracoles marinos fósiles del Pleistoceno Medio, lo cual no ocurre.

Los contactos entre la Formación Guevara y las calizas no presentan rasgos de transgresión marina (S. Dzulyński *et al.*, inédito¹).

De acuerdo con IONIN *et al.* (1969, 1976), los sedimentos rojos que se encuentran en la plataforma están distribuidos de manera que indican acarreo desde las actuales llanuras rojas, siendo poco potentes y situados en las zonas más depresionales. En el resto de la plataforma estos sedimentos no se encuentran (IONIN *et al.*, 1969, 1976; PEÑALVER y ORO, 1982).

Según la hipótesis del origen marino de la Formación Villarroja, debían ser continuos y de gran espesor en la plataforma. El no haberlos encontrado llevó a uno de los autores del trabajo debatido a considerar una improbable emersión de la plataforma del occidente de Cuba en los momentos en que, según ellos, ocurría la transgresión de Villarroja, o sea, cuando gran parte de la Isla se encontraba bajo las aguas (PEÑALVER y ORO, 1982).

Nunca se ha encontrado fauna marina pleistocénica en estos suelos; se han encontrado ostrácodos y foraminíferos del Cenozoico; estos autores interpretan que estos fósiles fueron redepositados en el lugar (KARTASHOV *et al.*, 1981:63), pero podría interpretarse que estos fósiles estaban en la caliza terciaria y llegaron al suelo por herencia, tal como llegó un diente de tiburón y otros fósiles del Terciario hallados en suelos Ferralíticos Rojos (A. de la Torre, comunicación personal).

4.22 ARGUMENTOS A FAVOR

Los autores no aportan ninguna prueba concreta sobre el origen marino de la Formación Villarroja; arriban a la conclusión por reducción o exclusión de otras hipótesis (eluvial, fluvial, o lacustre). La exclusión de la hipótesis eluvial se hace apoyándose en las evidencias que hemos tratado de rebatir en los puntos anteriores.

4.3 Argumentos contra la concepción climática de la obra analizada

4.31 EL CONTENIDO DE ESMECTITAS EN ESTAS FORMACIONES

Los autores dan una gran importancia al contenido de esmectitas en la determinación de la pluviosidad pleistocénica; dicen: “actualmente el intemperismo químico intenso ocurre sólo en los lugares donde las lluvias superan los 1 800 mm”, “mientras que no ocurre donde hay 1 200 mm” (KARTASHOV *et al.*, 1981:41). Sobre esta base, se divide el Pleistoceno en dos períodos.

De acuerdo con los autores, en todas las fases de la Formación Villarroja predominan los minerales interestratificados de caolinita y esmectitas (preobladayut smeshanosloinie kaolinit-smektiti) (KARTASHOV *et al.*, 1981: 59). Para los edafólogos cubanos esto es verdaderamente sorprendente; nunca había sido reportada la presencia de tal mineral (ZONN, 1968; BAISRE, 1972; ASCANIO, 1973). Se podría decir que la contradicción se debe a que este mineral fue descrito por primera vez por GRADUSOV (1976) con posterioridad a estos trabajos; sin embargo, en recientes tesis de grado, cuyos temas fueron el estudio de distintos tipos de suelos ferralíticos, en las cuales se emplearon las más modernas técnicas para el estudio de las arcillas de los suelos, no se encontró ese mineral; los picos de difracción de rayos X fueron los normales de las caolinitas, minerales que siempre predominan en estos suelos (OBREGÓN, 1979; CAMACHO, 1980; BOSCH, 1981).

Las caolinitas-esmectitas tampoco han sido descubiertas en los suelos ferríticos cubanos (SEGALEN *et al.*, 1980/81), y su existencia en estos suelos es teóricamente muy difícil, dada su pobreza en sílice.

Aunque no llegamos a comprender cómo se llegó a la conclusión, a todas luces errónea, sobre la dominancia de la caolinita-esmectita en todas las fases de la Formación Villarroja, el hecho de que los autores la admitan los obliga a buscar razones que expliquen cómo se han podido conservar en los suelos durante 700 000 años. La razón la encuentran en un clima invariablemente seco, de no más de 1 200 mm de lluvias, que impera desde entonces y que impide la transformación de este mineral hasta caolinita.

Esta tesis no se sustenta por dos razones: (1) no hay caolinitas-esmectitas como afirman; (2) en los suelos Ferralíticos Rojos sí se forma caolinita a partir de las esmectitas y otros minerales primarios en el clima actual “seco”.

En efecto, varios autores han encontrado esmectitas heredadas de la roca caliza en las proximidades de la misma, y han constatado su rápida desaparición hacia la parte superior del perfil (OBREGÓN, 1979; CAMACHO, 1980).

Se puede decir, basándonos en la información aportada, que no existen evidencias concluyentes que permitan utilizar la presencia o ausencia de esmectitas o caolinitas-esmectitas para juzgar cambios climáticos en los umbrales 1 200-1 800 mm de precipitaciones, como se hace a lo largo de la obra discutida.

La Formación Guevara, según KARTASHOV *et al.* (1981:43), sedimentó a mediados del Pleistoceno húmedo, luego emergió del mar, y en pleno Pleistoceno húmedo fue parcialmente erosionada y arrastrada al mar para dar origen a la Formación Villarroja. Si empleáramos los mismos argumentos de estos autores, entonces ¿cómo explicar la predominancia de esmectitas e hidromicas-caolinitas (KARTASHOV *et al.*, 1981:56) en ella? Éstas debieron haberse destruido hasta caolinita, ya que soportaron un clima de más de 1 800 mm.

De acuerdo con la interpretación edafológica, la existencia de estos minerales en los suelos Ferralíticos Amarillos Lixiviados está plenamente justificada, ya que estos suelos se encuentran siempre en posiciones bajas, donde hay exceso de humedad, lo que facilita la conservación y aún la neosíntesis de esmectitas, ya que se encuentran en zonas subordinadas geoquímicamente a macizos ferralíticos.

Aclaremos que los análisis hechos por los edafólogos a esta "formación" también dan dominancia de caolinitas y sólo presencia de minerales 2:1 (CAMACHO, 1980; BOSCH, 1981).

4.32 LAS FORMAS DEL HIERRO

Aunque en el trabajo analizado no se trata el tópico de las transformaciones del hierro, esto es de suma importancia para analizar el problema, ya que existe una correspondencia entre el clima y los tipos de mineral de hierro de los suelos (SCHWERTMANN *et al.*, 1974).

Los colores amarillentos son predominantes en la Formación Guevara (KARTASHOV *et al.*, 1981:56), lo cual indica la presencia de goethita (SEGALEN, 1969; SCHWERTMANN *et al.*, 1974); el predominio de esta forma de hierro en los suelos Ferralíticos Amarillos Lixiviados está debidamente comprobada (BOSCH, 1981). En la Formación Villarroja predomina la hematita (CAMACHO *et al.*, 1980; CAMACHO, 1980), lo cual explica su color rojo (SCHWERTMANN *et al.*, 1974); aunque debemos decir que de acuerdo con KARTASHOV *et al.* (1981:59) predomina el hierro amorfo y la goethita, lo cual contradice los datos de otros autores y su propia hipótesis climática.

Estos hechos quieren decir que si la Formación Villarroja es un producto de la redeposición de la Formación Guevara, como afirman KARTASHOV *et al.* (1981:63), la goethita, predominante en la segunda, debió transformarse en hematita. Esta transformación se conoce como el proceso de rubificación en la literatura edafológica (DUCHAUFOR,

1977). Se ha logrado determinar con bastante claridad las características climáticas necesarias para que tal transformación ocurra en los suelos (LAMOUROUX, 1967, 1972*b*; DUCHAUFOR, 1977), estando todos de acuerdo en que es imprescindible un clima que presente una temporada seca fuerte y prolongada, que permita la desecación del suelo (BRESSON, 1976; DUCHAUFOR, 1977).

Como, de acuerdo con KARTASHOV *et al.* (1981:104), el clima del Pleistoceno nunca fue más seco que el del Holoceno, e inclusive afirman que en la regresión de Wisconsin el clima se caracterizaba por ser sustancialmente más húmedo que el actual, es poco probable que la transformación goethita a hematita, que se observa en nuestros suelos Ferralíticos Rojos (CAMACHO, 1980), ocurriera intensamente en el reciente pasado geológico; por lo que la Formación Villarroja debiera conservar un mayor contenido de goethita y formas amorfas del hierro que las reportadas por CAMACHO, (1980) y CAMACHO *et al.* (1980).

La dominancia casi absoluta de la hematita se podría justificar si se aceptara la existencia de ciclos climáticos áridos, y/o se aceptara la posibilidad de que estos suelos reciban parte de esta hematita por herencia de la roca caliza formadora; ambas posibilidades son categóricamente rechazadas a lo largo del trabajo analizado.

4.33 EL GRADO DE SATURACIÓN DE LOS SUELOS

Los suelos Ferralíticos Rojos de Cuba presentan una alta saturación de bases (ASCANIO, 1973); sin embargo, la pérdida de cationes junto a las aguas de percolación es muy elevada (SHISHOV *et al.*, 1973*a*, 1973*b*; TORRES *et al.*, 1980). Las reservas de calcio de estos suelos pueden llegar a desaparecer totalmente en unos 800-2 000 años. Si suponemos que la reincorporación del calcio era mayor cuando estos suelos se encontraban cubiertos de bosques, podríamos duplicar o triplicar el número de años necesarios para que los suelos Ferralíticos Rojos se desaturaran, pero difícilmente alcanzaríamos siquiera el comienzo del Holoceno; precisamente, este hecho nos obligó a suponer que durante la fase árida coincidente con la glaciación de Wisconsin, ocurrió la deposición de arenas calcáreas sobre estos suelos (ORTEGA y ARCIA, 1982). Si estos suelos hubieran sobrevivido 700 000 años con un clima más lluvioso que el actual, estarían tan desaturados como los suelos ferralíticos del África.

4.34 RELICTOS EDÁFICOS

En los suelos de Cuba se encuentran neoformaciones de carbonatos y yeso que no corresponden con el clima actual y que deben haberse formado en un clima más árido. Este tópico fue extensamente tratado en un trabajo anterior (ORTEGA y ARCIA, 1982), por lo cual se omitirá en este. Baste decir que la presencia de ellas contradice la afirmación de KARTAS-

Hov *et al.* (1981:105), de que no existieron épocas más áridas que la actual.

5. LOS CICLOS CLIMÁTICOS Y EL ORIGEN ELUVIAL DE LOS SUELOS FERRALÍTICOS ROJOS

Si consideramos aceptable la profundidad promedio de 2 m para los suelos ferralíticos y fersialíticos de color rojo de Cuba, desarrollados sobre calizas, se les puede calcular una edad fluctuante entre 120 000 y 450 000 años, de acuerdo al coeficiente de disolución de las calizas de Cuba (ITURRALDE-VINENT, 1972) y a los contenidos de impurezas de las mismas (CAMACHO, 1980); o sea, sobre las superficies no afectadas por las últimas transgresiones marinas, la formación de estos suelos comenzó, al menos, en el interglacial Yarmoutiano. En aquel entonces ya debieron haber existido extensas superficies subhorizontales debidas al proceso de pediplanación, reconocido recientemente en Cuba (ACEVEDO *et al.*, 1975), y no a la abrasión como afirman MAYO y KARTASHOV (1972). En estas superficies se desarrolló un intenso proceso cársico; sobre la superficie quedaban eluvios en los cuales ocurría una intensa transformación ferralítica, con formación de minerales 1:1 y liberación de hierro, aunque la mayor parte del hierro se heredaba de la caliza. En las zonas de contacto de las calizas con otras rocas surgieron suelos poligénicos.

Una parte de la masa ferralítica que se formaba era lavada y redepositada en los lugares bajos, orillas de las costas, depresiones cársicas, etc. por lo que aparecía cierta estratificación en los sedimentos de esos lugares.

En las últimas interglaciaciones, la línea costera debió haber ocupado posiciones algo más interiores pero cercanas a las actuales; en estos lugares sedimentaron la mayoría de los materiales ferralíticos. Estos materiales no podían ser transportados a lugares muy lejanos de las costas y eso explica su escasa distribución en la plataforma de Cuba.

Muchos de los materiales transportados hacia lugares bajos fueron afectados por las aguas freáticas, favoreciendo la aparición de procesos hidromórficos, los cuales se tradujeron en: conservación de esmectitas; formación de esmectitas a partir del silicio liberado en posiciones altas; hidratación de la hematita a goethita (BIGHAM *et al.*, 1978). En los medios más reductores ocurrió la movilización del hierro y su redeposición en otros puntos, con el surgimiento de cortezas caoliníticas abigarradas, capas de perdigones, y corazas de hierro. En los suelos eluviales se producía una constante desaturación con la consiguiente acidificación.

Más tarde sobrevino el período glacial, que provocó la regresión del mar y un ciclo árido en Cuba (ORTEGA y ARCIA, 1982).

Durante la mayor parte del período glacial, el proceso de carsificación se debilitó, lo cual se puede comprobar en los sondeos acústicos

de la plataforma, realizados por IONIN *et al.* (1976), los cuales reflejan intensa carsificación sólo en la parte menos profunda de la plataforma, la cual estuvo expuesta más tiempo al intemperismo subaéreo y posiblemente con un clima transicional, aún no árido. Este hecho explica la inexistencia de suelos rojos en casi toda la plataforma, detectada por IONIN *et al.* (1976) y por PEÑALVER y ORO (1982).

En la llanura con suelos ferralíticos comenzó un nuevo ciclo erosivo, debido al descenso del nivel de base; la erosión predominante fue del tipo pediplano, la cual se veía favorecida por el clima semiárido de estepa que imperaba en ella (ORTEGA y ARCIA, 1982 e inédito²).

La pediplanación transportó localmente los materiales ferralíticos anteriores y favoreció la formación de cantidades adicionales de eluvios al pie de las alturas en retroceso, debido a esto, los espesores mayores de suelos ferralíticos se encuentran en las alturas medias y no en las superiores más antiguas, donde la masa ferralítica es totalmente eluvial.

La goethita que se pudo formar en la etapa anterior se transformó en hematita; esta transformación ocurrió parcialmente en los suelos que estuvieron en condiciones hidromórficas en el período anterior. Esto podría ser una explicación a la existencia de ambos tipos de mineral de hierro en los suelos Ferralíticos Amarillos Lixiviados, como detectó BOSCH (1981).

Dado que el anticiclón del Atlántico debió tener una posición más sureña durante la glaciación, los vientos del SE debieron ser más constantes que hoy en día, así como más fuertes, dado el mayor gradiente de presiones que debió existir en la atmósfera del Caribe.

La plataforma recién descubierta por el mar, debió estar cubierta por arenas oolíticas, igual que la plataforma actual (PAVLIDIS y AVELLO, 1975); estas arenas se debieron mover desde las tierras ocupadas por los Golfos de Batabanó, Ana María, y Guacanayabo hacia las llanuras rojas, situadas al NW, de manera que los suelos que las ocupaban se volvieron a saturar de calcio.

En los lugares más protegidos de los vientos del SE no llegaron las arenas calcáreas y los suelos ferralíticos se mantuvieron ácidos, como sería el ejemplo de los suelos Ferralíticos Rojos Lixiviados (INSTITUTO DE SUELOS, 1975) de los valles interiores de la Sierra de los Organos. En esa misma dirección también se movieron las arenas cuarcíticas, las cuales se mezclaron con los suelos por el proceso de pedoturbación y/o quedaron sobre ellos formando suelos de dos miembros. La presencia de espículas de esponjas opalizadas en suelos del interior de la Isla, a todas luces automórficos (FUNDORA *et al.*, 1979), prueba estos intensos movimientos eólicos.

² Trabajo en preparación sobre el clima de Cuba durante el Wisconsiano.

Al retirarse el glacial volvió a repetirse el ciclo descrito, el cual pudo ocurrir, al menos, dos o tres veces en el período de tiempo considerado. Al comenzar la última retirada glacial, comenzó un período pluvial de unos 4 000 años, en el cual las lluvias alcanzaron valores sustancialmente mayores que las actuales (F. Ortega, inédito³). Estas precipitaciones caían en un paisaje de suelos de poca agregación y vegetación aún recién establecida, por lo que fue posible el movimiento de grandes masas de suelos ferralíticos que cubrieron los suelos más hidratados de las zonas más bajas.

El ascenso del nivel de base y la consiguiente elevación general del manto freático, unido a una mayor precipitación, en un territorio donde la red de drenaje estaba poco desarrollada debido a las escasas precipitaciones del período anterior, provocó la formación de lagos y pantanos interiores en las depresiones de las llanuras rojas. En los suelos inundados se produjeron procesos reductores que generaron grandes zonas con cortezas caoliníticas abigarradas.

Aunque algunas dunas formadas en el período árido se conservaron (SHANZER *et al.*, 1975; MURATOV *et al.*, 1975; FRANCO, 1975), la mayor parte fue destruida antes de estabilizarse por la vegetación, y sus materiales fueron transportados hacia lugares bajos.

En los lugares bajos, con influencia del manto freático o de aguas superficiales temporales, donde existían suelos ferralíticos cubiertos por arenas cuarcíticas y esmectitas, transportadas desde las antiguas dunas y tierras aledañas, comenzó el proceso de pseudopodzolización, con lo que se *acentuó* aún más la diferencia textural entre los dos miembros del suelo y se separó el hierro en forma de capas de concreciones y corazas.

Hubiéramos querido ofrecer más tarde nuestra propia hipótesis de desarrollo climático pleistocénico y su relación con la génesis de los suelos cubanos, al concluir una serie de investigaciones ya pensadas, pero creímos necesario incluir aquí las ideas preliminares para no negar una hipótesis sin ofrecer otra a cambio, la cual, a nuestro entender, explica mejor las características de nuestros suelos. Las evidencias que apoyan nuestra hipótesis aparecen dispersas en el cuerpo de este trabajo; otras ya están publicadas (ORTEGA, 1979; ORTEGA y ARCIA, 1982) y la mayor parte está aún por recopilar en el campo.

Esperamos que este trabajo sirva de acicate para la realización de trabajos experimentales y de campo que permitan aclarar definitivamente la historia más reciente de nuestro paleoclima.

6. CONCLUSIONES

Las "pruebas" aportadas por KARTASHOV *et al.* (1981) no permiten demostrar el origen marino de la Formación Villarroja, ni permiten desechar

³ Trabajo en preparación sobre la evolución climática post-wisconsiana en Cuba.

su origen eluvial. No es posible suponer su origen a partir de la redeposición de la Formación Guevara, ni es posible atribuirle una edad de 700 000 años.

No está demostrada la posibilidad de utilizar las esmectitas como evidencia de cambios climáticos en el intervalo 1 200-1 800 mm de precipitaciones, ni se puede emplear el fin de la supuesta sedimentación de la Formación Villarroja con este propósito.

Existen pruebas sobre la existencia de períodos áridos en el Pleistoceno cubano. Por tanto, es muy difícil aceptar la hipótesis sobre la existencia de un Pleistoceno “húmedo” trasmutado en un Pleistoceno “seco” hace 700 000 años, sin que ocurrieran oscilaciones climáticas coincidentes con las glaciaciones.

7. RECOMENDACIONES

Se deben hacer investigaciones que enfoquen los siguientes aspectos:

1) La posibilidad de trasmutación entre los suelos Ferralíticos Amarillos Lixiviados, Ferralíticos Rojos típicos, Ferralíticos Rojos Lixiviados, y cortezas caoliníticas abigarradas, lo cual demostraría la posibilidad de que sean una misma masa de igual origen, transformada por procesos edáficos posteriores.

2) La posibilidad de formación de concreciones de hierro y manganeso en toda la masa de los suelos Ferralíticos Rojos, en condiciones cercanas a las actuales o en condiciones de mayor transferencia de agua.

3) La evolución de los suelos Ferralíticos Rojos desde su eluvio más reciente hasta su madurez, lo cual puede lograrse en cronosecuencias, aprovechando la posibilidad de establecer las edades de las terrazas marinas.

4) La exoscopia de las arenas de cuarzo de los suelos de las llanuras de Manacas, Guane, y Ciego de Ávila, para esclarecer su origen.

5) El fechado de los sedimentos de los vestíbulos de las cavernas, y el establecimiento de los cambios mineralógicos en ellos, correlacionándolos con los cambios que se observan en la composición palinológica de los mismos.

RECONOCIMIENTO

Estamos profundamente reconocidos a los compañeros Manuel Acevedo, Eloy Camacho, y Osvaldo Ascanio, por la revisión del trabajo y por los consejos recibidos para mejorar el mismo, los cuales fueron aceptados e incorporados en el texto.

REFERENCIAS

- ACEVEDO GONZÁLEZ, M. (1971): Geomorfología de Sumidero y sus inmediaciones. *Rev. Tecnol.*, 3/4:33-54.
- ACEVEDO GONZÁLEZ, M., ARREDONDO, O., y GONZÁLEZ GOTERA, N. (1975): *La Cueva del Túnel*. Pueblo y Educación, La Habana, 74 pp.
- ASCANIO, O. (1973): Suelos latosólicos. En *Génesis y clasificación de los suelos de Cuba*, Acad. Cien. Cuba, La Habana, 54-87.
- BAISRE, J. (1972): Características químicas de tres suelos de Cuba. *Acad. Cien. Cuba, ser. suelos*, 15:3-23.
- BENNETT, H. H., y ALLISON, R. V. (1928): Los suelos de Cuba. En *Los suelos de Cuba y algunos nuevos suelos de Cuba*, Ed. Revolucionaria, La Habana, 1966, Ira parte, pp. 9-375.
- BIGHAM, J. M., GOLDEN, D. C., y BOWEN, L. H. (1978): Mössbauer and X-ray evidence for the pedogenic transformation of hematite to goethite. *Soil Sci. Amer. J.*, 42(6):979-981.
- BOSCH, D. (1981): *Les sols des plaines karstiques de la région occidentale de Cuba: étude d'une plaine quasi-fermée située dans la zone de Catalina de Güines et particulièrement des sols ferrallitiques jaunes*. Tesis presentada en la Univ. de Dijon, ORSTOM, París, 159 pp.
- BRESSON, L. M. (1976): Rubefaction recente des sols con climat tempere humide. *Sci. Sol*, 1:3-22.
- CAMACHO, E. (1980): *Etude de sols des plaines karstiques de la région occidentale de Cuba. Etude d'une zone ouverte sur le mer située entre San Nicolás de Bari et Guanajay et particulièrement des sols ferrallitiques rouges compacte*. Tesis presentada en la Univ. de Dijon, ORSTOM, París, 143 pp.
- CAMACHO, E., BOSCH, D., y RUIZ, J. (1980): Contenido y formas del hierro en los suelos Ferralíticos Rojos de Cuba. *Cien. Agr.*, 5:73-87.
- DANA, E. S. (1969): *Tratado de mineralogía*. Continental SA, México, 912 pp.
- DUCHAUFOR, P. (1977): *Pedologie, I. Pedogenese et classification*. Masson et Cie, París, 477 pp.
- FORMELL CORTINA, F., y BUGUELSKII, Y. Y. (1974): Sobre la existencia en Cuba de lateritas ferroniquelíferas redepositadas sobre calizas. En *Contribución a la geología de Cuba*, Acad. Cien. Cuba, La Habana, pp. 117-140.
- FRANCO, G. L. (1973): Discusión somera sobre las "rocas rojas" de Cuba occidental. *Acad. Cien. Cuba, ser. espeleol. carsol.*, 40:3-7.
- (1975): Las eolianitas del occidente de Cuba. *Acad. Cien. Cuba, ser. geol.*, 17:3-12.
- FUNDORA, A., CAMACHO, E., y BOSCH, D. (1982): Composición mineralógica de las fracciones arenosas de los suelos Ferralíticos Rojos típicos de Cuba. *Cien. Agr.*, 11:59-65.
- FUNDORA, A., CAMPOS, D., AVILA, L., y TATEVOSIAN, G. (1979): Composición mineralógica de un suelo Ferralítico Pardo Rojizo derivado de serpentinita. *Cien. Agr.*, 4:3-10.
- GRADUSOV, B. P. (1976): *Minerales con estructura mezclada en los suelos [en ruso]*. Nauka, Moscú, 128 pp.
- HERNÁNDEZ, A., ASCANIO, O. PÉREZ JIMÉNEZ, J. M., CHAO CHI KUO, y LIU SING WEN (1971): Informe sobre el mapa genético de suelos de Cuba escala 1:250 000. *Rev. Agr.*, 4(1):1-21.
- INSTITUTO DE SUELOS (1971): *Mapa genético de los suelos de Cuba, escala 1:250 000*. Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía, La Habana, 19 hojas.
- (1975): Segunda clasificación genética de los suelos de Cuba. *Rev. Agr.*, 8(1):47-69.

- (1980): *Clasificación genética de los suelos de Cuba, 1979*. Academia, La Habana, 28 pp.
- IONIN, A. S., MEDVEDEV, V. S., PAVLIDIS, Y. N., DUNAEV, N. N., y AVELLO SUÁREZ, O. (1976): Estructura geológica de la plataforma submarina de Cuba [en ruso]. En *Sedimentación y formación del relieve de Cuba en el Cuaternario*, Nauka, Moscú, pp. 81-106.
- IONIN, A. S., PAVLIDIS, Y. N., y AVELLO SUÁREZ, O. (1969): Sobre la estructura geológica de la zona costera y sedimentos de la Ensenada de la Broa. *Acad. Cien. Cuba, ser. transformación de la naturaleza*, 8:1-21.
- ITURRALDE-VINENT, M. A. (1972): Estudio cuantitativo de la actividad del carso en Cuba. *Voluntad Hidráulica*, 10(23):41-47.
- (1977): Los movimientos tectónicos de la etapa de desarrollo platáfor-mico de Cuba. *Acad. Cien. Cuba, inf. cient-téc.*, 20:3-24.
- KARTASHOV, I. P., CHERNYAJOVSKI, A. G., y PEÑALVER, L. (1981): *El Antropógeno de Cuba* [en ruso]. Nauka, Moscú, 147 pp.
- KARTASHOV, I. P., y MAYO, N. A. (1975): On the origin of planation surfaces in the Cuban Archipelago. En *Quaternary studies*. The Royal Society of New Zealand, Wellington, pp. 177-179.
- (1976): Esquema estratigráfico y división del sistema cuaternario de Cuba [en ruso]. En *Sedimentación y formación del relieve de Cuba en el Cuaternario*, Nauka, Moscú, pp. 5-33.
- KARTASHOV, I. P., MAYO, N. A., CHERNYAJOVSKI, A. G., y PEÑALVER, L. (1976): Descripciones de algunas formaciones del sistema cuaternario de Cuba, reconocidas recientemente. *Acad. Cien. Cuba, ser. geol.*, 26:3-12.
- LAMOUROUX, M. (1967): Contribution a l'étude de la pedogenese en sols rouges mediterraneens. *Sci. Sol*, 2:55-85.
- (1972a): Etude de sols formes sur roches carbonatees. Pedogenese fersialli-tiques au Liban. *Memoires ORSTOM*, 56:1-266.
- (1972b): Etat et comportement du fer dans les sols formes sur roches carbonatees au Liban. *Sci. Sol*, 1:85-101.
- LAND, L. S., MACKENZIE, F. T., y GOULD, S. J. (1967): Pleistocene history of Bermuda. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, 78:993-1006.
- LILJEMBERG, D. A. (1973): Algunos problemas de la formación del relieve del archipiélago cubano. *Acad. Cien. Cuba, ser. espeleol. carsol.*, 48:3-5.
- MAYO, N. A., y KARTASHOV, I. P. (1972): El problema de las oscilaciones climá-ticas en el Pleistoceno de Cuba. *Actas Inst. Geol. Acad. Cien. Cuba*, 2:57-62.
- MAYO, N. A., y PEÑALVER, L. (1973): Los problemas básicos del Pleistoceno de Cuba. *Actas Inst. Geol. Acad. Cien. Cuba*, 3:61-65.
- (1976): Los cambios glacioeustáticos del nivel del mar y las modificacio-nes climáticas de Cuba durante el Cuaternario. En *Resúmenes Tercer Con-greso Latinoamericano de Geología*.
- MURATOV, V. M., DÍAZ, J. L., y HERNÁNDEZ, J. (1975): Acerca de las dunas recientes y antiguas situadas al oeste de la desembocadura del Río Sagua de Tánamo. *Acad. Cien. Cuba, ser. geogr.*, 10:3-8.
- NEMEC, F., PANOS, V., y STELCL, O. (1967): Contribution to geology of Western Cuba. *Acta Univ. Palackiana, Olmuc*, 23:83-123.
- NUÑEZ JIMÉNEZ, A., STELCL, O., PANOS, V., y ALBEAR, J. F. (1970): La llanura costera occidental de Pinar del Río. *Acad. Cien. Cuba, ser. espeleol. carsol.*, 19:3-113.
- OBREGÓN, A. (1979): *Características químico-mineralógicas de los principales tipos de suelos de Cuba*. Tesis para el grado de candidato a doctor en ciencias agrícolas, Inst. Suelos, Acad. Cien. Cuba, La Habana, 135 pp.

- ORTEGA SASTRIQUES, F. (1979): Primer reporte de suelos con corazas de carbonatos en Cuba. *Cien. Agr.*, 4:173-177.
- (1982): *La materia orgánica de los suelos y el humus de los suelos de Cuba*. Academia, La Habana, 129 pp.
- ORTEGA SASTRIQUES, F., y ARCIA, M. I. (1982): Determinación de las lluvias en Cuba durante la glaciación de Wisconsin, mediante los relictos edáficos. *Cien. Tierra Espacio*, 4:85-104.
- PAVLIDIS, Y. N., y AVELIO SUÁREZ, O. (1975): Sedimentos de la plataforma cubana I. Golfo de Guanahacabibes. *Acad. Cien. Cuba, ser. oceanol.*, 30.
- PEÑALVER, L., y ORO, J. R. (1982): *Acerca de la correlación litoestratigráfica de las secuencias de las zonas emergidas y sumergidas del occidente de Cuba*. Inst. Geol. y Paleontol., La Habana, 11 pp. (ditto).
- RUHE, R. V., CADY, J. G., y GÓMEZ, R. S. (1961): Paleosols of Bermuda. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, 72:1121-1142.
- RUIZ, J. (1980): Estudio de los suelos de San Miguel de los Baños. En *Resúmenes, Segunda Jornada Científica del Instituto de Suelos*, Acad. Cien. Cuba, La Habana, pp. 7-8.
- SCHWERTMANN, U. (1971): Transformation of hematite to goethite in soils. *Nature*, 232:624-625.
- SCHWERTMANN, U., FISCHER, W. R., y TAYLOR, R. M. (1974): New aspect of iron oxides formation in soils. En *Translations 10th Congr. Soil Sci.*, Moscú, 6(1):237-247.
- SCULL, R., FUNDORA, A., y PAULÍN, J. R. (1982): Características mineralógicas de una toposecuencia de la región de San Miguel de los Baños. *Cien. Agr.*, 13:55-68.
- SEGALÉN, P. (1969): Contribution a la connaissance de la couleur des sols a sesquioxydes de la zone intertropicale: sols jaunes et sols rouges. *Cah. ORSTOM, ser. pedol.*, 7(2):225-237.
- SEGALÉN, P., BOSCH, D., CARDENAS, A., CAMACHO, E., BOULEAU, A., GUENIN, H., y RAMBAUD, D. (1980/81): Aspects mineralogiques et pedogenetiques de deux sols derives de peridotites dans l'ouest de Cuba. *Cah. ORSTOM, ser. pedol.*, 18(3/4):273-284.
- SHANZER, E. V., PETROV, O. M., y FRANCO, G. L. (1975): Sobre las formaciones costeras del Holoceno en Cuba. Las terrazas pleistocénicas de la Región Habana-Matanzas y los sedimentos vinculados a ellas. *Acad. Cien. Cuba, ser. geol.*, 21:3-26.
- SHISHOV, L. L., SHISHOVA, V., CORDERO, J. J., y CASTELLANOS, M. (1973a): Informe preliminar sobre la lixiviación de elementos nutritivos en algunos suelos dedicados al cultivo de la caña de azúcar. *Acad. Cien. Cuba, ser. caña de azúc.*, 60:3-8.
- SHISHOV, L. L., SHISHOVA, V., y VILLEGAS, R. (1973b): *Fertilidad de los suelos de algunas áreas cañeras de Cuba*. Acad. Cien. Cuba, La Habana, 102 pp. (mimeogr.).
- TORRES, A., OTERO, L., TRUJILLO, R., MACHÍN, P., y FERNÁNDEZ MORÍN, M. (1980): Vínculos entre el agua de percolación y el balance de nutrientes en suelo Ferralítico Rojo típico con caña de azúcar. *Cien. Agr.*, 5:99-108.
- ZONN, S. V. (1968): Características de la edafogénesis y principales tipos de suelos de Cuba [en ruso]. En *Génesis y geografía de los suelos de los países extranjeros*, Nauka, Moscú, pp. 53-152.
- (1971): Sobre la exactitud de la aclaración científica del problema de la lesivación, pseudopodzolización y podzolización [en ruso]. *Pochvovedenie*, 5:115-120.
- ZONN, S. V., y RUBILINA, N. E. (1969): Características de la constitución micromorfológica de algunos tipos de suelos de Cuba [en ruso]. *Pochvovedenie*, 1:123-135.

ABSTRACT

An analysis is made of the ideas that induced other authors to introduce in the paleoclimatic history of Cuba the hypothesis of the "humid" Pleistocene that turned to a "dry" Pleistocene 700 000 years ago, and it is concluded that the hypothesis originated as a prerequisite to support the marine origin of the Villarroja Formation.

Criticisms are made to the arguments employed by those authors to establish that such a formation is not alluvial, and criteria are given against its marine origin as well as against its postulated age. It is concluded that the hypothesis of the two Cuban Pleistocenes is unacceptable as an alternative to the hypothesis of climatic oscillations. Now ideas are offered on the genesis of the Cuban ferralytic soils in relation with the Pleistocene climatic evolution of Cuba.