

LOS SUELOS SALINOS Y SALINIZADOS
DE CUBA

LES SOLS SALINS ET SALINISÉS
DE CUBA

F. ORTEGA SASTRIQUES, A. OBREGON, A. HERNANDEZ, M. BORRETO

INTRODUCCIÓN

De acuerdo a la fórmula climatológica de Penman (1953), el clima de casi toda Cuba puede considerarse húmedo, con zonas hiperhúmedas en algunas áreas montañosas y subhúmedas en el oriente del País y algunas zonas costeras. El clima subárido, en los cuales los suelos solonchack se encuentran en su estado climax, se puede encontrar solamente en una estrecha franja en la costa sur de la provincia de Guantánamo (Fig. 1).

Esto quiere decir que en casi todo el territorio el clima debe favorecer el lavado natural de las sales y no su acumulación. Las observaciones llevadas a cabo durante varios años en la zona subárida del Valle de Guantánamo, demostraron que, aún con lluvias cercanas a los 700 mm/año, la tendencia es hacia el lavado natural de las sales en el primer metro del suelo (Herrera et al., 1984).

A pesar de lo anterior, en Cuba ya se están haciendo común encontrar suelos salinos o salinizados en zonas con diversas pluviometrías; esta situación, al parecer contradictoria, se abordará en este trabajo.

LAS FUENTES DE LAS SALES EN EL TERRITORIO CUBANO

La impulverización marina

En la bibliografía internacional se demuestra que los aerosoles marinos pueden ejercer su influencia aún a centenares de kilómetros de las costas. Esto unido al hecho de que Cuba posee extensas áreas prelitorales con serios problemas de salinidad, ha fortalecido la idea de que este factor tiene importancia en la salinización de nuestros suelos.

Los vientos predominantes en Cuba son los alisios que provienen del ESE y SE, o sea, tienen una dirección tangente con el eje general de la Isla de Cuba. Esto limita la capacidad de acarreo de sales desde el mar.

Los fuertes vientos del norte, que acompañan a la entrada de los frentes fríos, pueden tener importancia en la afectación de las tierras de la costa norte de las provincias occidentales, pero en esas zonas son casi inexistentes las áreas salinas debido a que es una costa alta bien drenada y/o con suelos permeables (ferralíticos con estructura de pseudoarenas y suelos arenosos más al occidente).

En el interior de la Isla, con las lluvias caen anualmente unos 28 Kg/ha de Calcio; 20 de Na y 4 de Mg, de origen presumiblemente marino (Gutiérrez y Travieso, 1978); pero ésta no provoca la salinización de los suelos bien drenados, donde la salida de esos elementos es de una magnitud similar o más elevada (Shishov et al., 1973).

Los efectos de la impulverización marina se reflejan en los tenores algo elevados de sodio que se detectan, ocasionalmente, en los análisis del complejo de cambio de los suelos; pero si a esa cantidad se le resta el cloro que se encuentra en solución se podrá comprobar que la mayor parte de ese sodio no estaba formando parte del complejo de cambio, sino que estaba en la solución del suelo (Klimes-Szlmik y Nagy, 1975).

Sedimentos marinos antiguos (Fig. 2).

Durante el Jurásico Superior hasta comienzos del Cretáceo en la

parte norte Central de Cuba existió un mar poco profundo donde se crearon las condiciones para la formación de sedimentos evaporíticos. La mayor parte de las manifestaciones de yeso y sal están relacionadas con los sedimentos de esa zona.

En el SE de Cuba existieron condiciones similares en el tránsito entre el Oligoceno y Mioceno, produciéndose la sedimentación de yeso y areniscas salinizadas.

A pesar de su extensión, las capas salinizadas no afloran en grandes extensiones, ya que fueron cubiertas por secuencias miocénicas más jóvenes. En el norte de Villa Clara es donde existen los mayores afloramientos, que se manifiestan como cúpulas yesíferas.

En las condiciones del clima tropical húmedo, durante el interperismo y edafogénesis, las sales que se liberan de estos sedimentos son lavadas y arrastradas al mar, sin que sea posible el surgimiento de suelos salinos, por la eluviación de estos materiales.

Las aguas subterráneas que circulan a través de estos sedimentos se enriquecen en sales; si estas sales se descargan en ríos aumenta la mineralización de sus aguas; si esas sales se lo gran infiltrar hasta zonas más bajas salinizarán el manto freático y los suelos.

En la región subhúmeda de Guantánamo existen áreas salinas vinculadas a las fallas geológicas a lo largo de la cual emergen aguas que han atravesado sedimentos salinizados.

Sedimentos continentales del Cuaternario.

De acuerdo a Ortega (1983), durante las glaciaciones pleistocénicas el clima de Cuba fue sustancialmente más árido que el actual (Fig. 3). A las zonas desérticas depresionales llegaban los ríos, que descendían de las zonas altas húmedas, aquí perdían todo o gran parte de su caudal y se eliminaba su capacidad de acarreo. Esta situación favoreció la acumulación de potentes capas de sedimentos continentales en los cuales se acumularon sales de igual origen (Veredchenko, 1967).

Las lluvias del Holoceno permitieron el lavado de las sales de las capas superficiales, pero dada la extrema baja permeabilidad de esos suelos y sedimentos, estas se mantienen en profundidad. La profundidad del manto freático salinizado, es de unos 10-15 m en las zonas alejadas de la costa, pero llega a menos de 2 m en las cercanías de esta.

La potencia de los sedimentos salinizados puede alcanzar los 50 m en las zonas, como el W del Valle del Cauto donde la sedimentación fue sincrónica con el hundimiento del Graben durante el Pleistoceno.

La intrusión marina de los acuíferos cársicos abiertos al mar.

Una gran parte del territorio cubano ésta constituido por rocas calizas duras, la mayor parte sedimentadas en el Mioceno, aunque hay secuencias más jóvenes del Plioceno (Fig. 4).

Estas calizas se han carsificado fuertemente en el curso de los 10 millones de años que emergieron.

La carsificación ocurrió inclusive en los períodos pre o post glaciales cuando el mar no había alcanzado el nivel actual. Por esta causa se encuentra el cavernamiento aún en cotas bajo el nivel del mar (Nuñez et al., 1968).

La potencia de estas calizas fuertemente carsificadas alcanza las centenas de metros en Cuba Occidental, constituyendo un enorme depósito de agua dulce, el cual es ampliamente utilizado, tanto en la agricultura, como en el abastecimiento de las ciudades.

En las cercanías de las costas, el agua siempre está algo mineralizada dada a la comunicación directa con el sistema cavernario que se encuentra bajo el mar.

LOS SUELOS CON SALINIDAD PRIMARIA

Los suelos con salinización primaria o natural son poco extensivos en Cuba y están asociados a las zonas pantanosas cercanas al mar.

La salinización se debe a la penetración eventual del mar por las mareas extraordinarias, que en Cuba están asociadas con los huracanes.

También se debe a la propia salinidad de las turbas y carbonatos que han sedimentado en medios salobres.

Las turbas salinizadas son del tipo fábrico, generalmente provenientes de la turbificación de la cortadera (*Cladium jamaicense*); las turbas sápicas generalmente tienen una salinización muy baja, y se encuentran en los lugares más alejados del mar (Ortega, 1980).

El otro suelo predominante en las ciénagas son los suelos conocidos en Cuba como margas, formadas por carbonatos con un alto grado de pureza. El grado de salinidad varía en rangos amplios, en dependencia de las condiciones de sedimentación de los mismos.

En el SE del Valle de Guantánamo, así como en varios pequeños Valles costeros de esa provincia, las lluvias son menores de 700 mm, por lo que es posible encontrar suelos solonchak de origen primario, que se puede decir que están en estado climax o próximo a él.

Se puede encontrar pequeñas áreas de suelos solonchack naturales intrazonales en las zonas donde emergen aguas salobres o afloran sedimentos salinos. Se han visto tales casos en el Valle de Guantánamo, Valle de Yateras y Valle del Cauto.

En el SE del Valle de Guantánamo se pueden encontrar suelos salinos alcalinos con el horizonte B solonetizado; que se consideran formados a partir del lavado natural durante el Holoceno, de los antiguos suelos solonchack.

En esas mismas zonas, y así como algo más hacia el NW en áreas hoy más húmedas, se pueden encontrar suelos Pardos Grisáceos (Obregón et al., en prensa) y Pardos, con Carbonatos Secundarios (Hernández et al., en prensa) los cuales poseen un horizonte B denso, iluvial que, se piensa sea huella de un antiguo horizonte solonets; o sea se considera pudieran ser solonets estepizados de acuerdo a la terminología edafológica rusa.

CAUSAS DEL AUMENTO DE LA SALINIDAD DE LOS SUELOS DE CUBA

Como vimos, los suelos con salinidad primaria en Cuba ocupan áreas restringidas, casi siempre litorales; en la mayor parte de los suelos afectados su salinidad es secundaria. En este acápite enumeramos las causas que han provocado el aumento de las áreas afectadas,

el ordenamiento se ha dado de acuerdo al momento histórico en que tuvo más importancia y no por el efecto en los procesos actuales de salinización.

La deforestación de las tierras altas.

A la llegada de los Españoles, los ecosistemas boscosos ocupaban el 80% del País (Borhidi y Herrera, 1977). La explotación intensa de los bosques comenzó muy temprano, en el siglo XVI en Cuba se construyó casi toda la Armada Invencible, que Felipe II envió contra Inglaterra en el 1588. Más tarde se intensificó la tala para proporcionar combustibles a los trapiches azucareros.

Al comienzo del Siglo XIX, a consecuencia de la Revolución Haitiana, se estimuló el cultivo del café en las montañas, por lo que destruyeron muchos bosques montañosos.

Como consecuencia de la intensa deforestación, el régimen hidrológico se alteró, se intensificó la erosión de los suelos, lo ríos comenzaron a sedimentar grandes cantidades de arcillas y arenas en las desembocaduras y márgenes, y se redujo su capacidad de acarrero. Esto provocó que las inundaciones fueran frecuentes, y por otra parte elevó el nivel freático de las zonas bajas; aumentando las áreas empantanadas, y allí donde el manto salinizado estuviera cerca de la superficie se salinizaron los suelos.

La tala indiscriminada de nuestros bosques se prolongo hasta el triunfo de la Revolución, cuando se creó el Instituto de Desarrollo Forestal encargado de la explotación racional de los bosques y la repoblación forestal.

El Estado ha realizado grandes inversiones en la normalización del régimen hídrico de los ríos, se han limpiado muchos cauces y rectificado los cursos. Esta tarea se intensificó en 1980 como reacción a las grandes inundaciones provocadas por el ciclón Frederik.

La Deforestación de las ciénagas costeras.

En las ciénagas costeras crecían árboles valiosos, fundamentalmente la majagua (*Hibicus elatus*), la cual formaba cayos de mon

te en las microelevaciones. Para poder explotar esos lugares, desde el Siglo XIX hasta ya adentrados en el XX, se construyeron a pala canales para acarrear por ellos, hasta el mar, los troncos cortados. Estos canales cambiaron radicalmente el régimen hidrológico de las ciénagas.

En las ciénagas, drenadas artificialmente, en la época de seca, los suelos se desecaban más profundamente que antes, lo que permitió la elevación capilar de las sales; además el mar podía penetrar libremente, a través de los canales, hasta la zona más depresional, detrás de la barrera costera con lo que se formaron suelos solonchack litorales secundarios.

En los canales, donde fluye constantemente agua dulce, se evitan o reducen la penetración del mar; pero hay canales sin corriente, por ellos en cada llenante el mar penetra muy profundo en la ciénaga, salinizando el entorno. La salinización de las áreas arroceras al sur de Majana está relacionada; en parte, con un canal con estas características que llega hasta los suelos minerales de tierra adentro.

El borde exterior de las ciénagas se encuentra protegido por la cortina de mangle. La especie que vive en la zona más externa, en el mismo mar es el mangle rojo (*Rhizophora mangle*), el cual fue talado en grandes extensiones durante los años de la Segunda Guerra Mundial cuando aumentó la demanda de curtientes en los Estados Unidos. La segunda especie en abundancia era la yana (*Conocarpus erecta*); la cual las ha desaparecido de las costas, ya que ha sido muy explotada para aprovechar su madera y hacer carbón vegetal.

Como consecuencia, la barra costera quedó desprotegida y el mar la ha destruido en muchas zonas, haciendo retroceder la costa. Además al desaparecer la barrera, el mar logra penetrar con más frecuencia aumentando la salinización de las ciénagas.

Actualmente se está repoblando las costas cenagosas con mangle rojo y majagua, aunque al parecer, sin mucho éxito. También se realizan plantaciones de casuarina (*Casuarina equisetifolia*) para producir cujes y carbón vegetal.

El uso de agua salinizada de acuíferos con intrusión marina.

Como vimos, la sobreexplotación del agua subterránea en las zonas cársticas ha permitido la salinización del manto. Este problema comenzó a manifestarse en la década del 50 en la llanura sur de Pinar del Río, vinculado con la producción arroceras en las tierras arrendadas por empresas norteamericanas. Además de salinizar el manto, los empresarios continuaban el riego de los arrozales hasta que la tierra se tornaba improductiva, con lo que dañaron grandes extensiones.

Los suelos de esta zona son de dos miembros. Sobre una masa de composición ferralítica se encuentran sedimentos ligeros holocénicos. Como consecuencia de la discontinuidad textural el drenaje se ve dificultado por lo que se desarrollan procesos de ferrólisis, con formación de abundantes concreciones y hasta corazas.

Todo lo anterior hace que la evacuación de las sales sea difícil y favorece su concentración en la capa superficial más ligera. La salinidad de estos suelos es clorhídrico sódica de claro origen marino (Martín, 1979).

Una de las primeras tareas de mejoramiento llevadas a cabo por la Revolución en los años 1960, fue la construcción de una red de pozos de recarga del manto en la zona para evitar el avance de la intrusión marina; por otra parte, se construyeron embalses para asegurar el riego de las arroceras de la zona evitando sobreexplotar el manto.

En el Sur de la provincia de La Habana comenzó a manifestarse la intrusión marina en la década de los años 50, a causa del uso incontrolado del riego en la agricultura (hortalizas, papa y tabaco fundamentalmente) y como consecuencia de la puesta en explotación de nuevas bombas para el suministro de agua a la Ciudad de La Habana.

El uso de esas aguas en el riego afectó a los suelos, pero en menos grado que en Pinar del Río, ya que aquí los suelos predominantes son los ferralíticos de mejor drenaje. Los suelos más afectados son los Gley Amarillentos, de peor drenaje que los an-

teriores (Camacho y Paulín, 1982).

En el sur de La Habana, se controla el uso del agua de los pozos para evitar su sobreexplotación y se regula el flujo de los canales que drenaban a la ciénaga costera.

Este fenómeno comienza ahora a manifestarse en la Provincia de Ciego de Avila, en la cual, con seguridad se tomarán medidas para conjugarlo.

La elevación del manto freático salinizado.

Cada año se pierden en el mundo 10 millones de hectáreas de suelo por la salinización secundaria, vinculada a la elevación de las sales por el riego (Szabolcs, en prensa). Cada año se incrementarían esas pérdidas debido a la necesidad imperiosa de regar para satisfacer las crecientes necesidades de la población.

Desde el triunfo de la Revolución, Cuba comenzó a desarrollar impetuosamente el riego, y la construcción de reservas de agua. Cuba no fue la excepción, paralelamente han crecido las áreas salinas por la elevación del manto freático.

Las regiones donde este fenómeno se manifiesta, coincide con las zonas que fueron áridas durante el Pleistoceno y que por tanto guardan grandes reservas de sales en el subsuelo.

Las sales son fundamentalmente clorhídrico sulfáticas; neutras o debilmente alcalinas. Solo conocemos un reporte de la presencia del anión carbonato en la solución del suelo (Leiva et al., en prensa).

El grado de mineralización del agua del manto puede alcanzar los 20-40 g/l (Veredchenko, 1967; Ortega et al., 1982).

Los suelos más afectados son suelos Vérticos y suelos gley muy arcillosos. En estos suelos la conductividad hídrica es muy baja, el agua capilar asciende con dificultad. Puede darse el caso de que se obtengan cosechas aún con el manto salinizado a menos de 2 m. Veredchenko (1967) explica que en estos suelos, en la época de seca, la velocidad de desecación es superior a la de ascensión capilar, como consecuencia se forman un sistema de grietas que

rompe la continuidad capilar, con lo que las sales no llegan a la superficie. Sin embargo el abuso del riego sin drenaje rompe ese equilibrio y permite que el agua alcance la superficie del suelo.

En estos suelos puede encontrarse mantos freáticos bajo presión; aquí la subsolación profunda, lejos de hacer un bien podría terminar de destruir el suelo ya que favorecería la ascensión del agua salina del manto.

En estos suelos una gran parte de las bases de cambio están compuestas por sodio y magnesio, por lo cual será imprescindible el uso de compuestos mejoradores en los trabajos de lavado que se acometen.

En estos momentos se está en la fase investigativa el uso del yeso, de mostos de la Industria Azucarera, residuales de destilerías y afluentes ácidos de la empresa niguelferas, como mejoradores de los suelos salinos.

SITUACIÓN ACTUAL

Tenemos cerca de 1 000 000 de ha de suelos situados sobre rocas cársicas, las cuales son regados fundamentalmente con agua del subsuelo; se calculo que el riego con agua salinizada ha afectado unas 300 000 ha, pero no en las formas extremas.

Con las medidas de control que se han tomado, el proceso de intrusión marina se ha casi detenido (Camacho y Paulín, 1982); aunque se debe mantener la vigilancia sobre todo en los años de grandes sequías cuando los productores pueden sobreexplotar los pozos.

Las mayores áreas salinas, tanto en extensión como por el grado de salinidad se deben a la elevación del manto freático salinizado. Se calcula ya afectadas unas 600 000 ha, concentradas en el Valle del Cauto, Norte del Centro de la Isla, Sur de Sancti Spiritus y Guantánamo.

Aunque ya se ha tomado conciencia, por parte de los dirigentes de la agricultura, que el aumento de las áreas salinas es un fenómeno vinculado con el riego poco técnico, aún el proceso no se puede considerar detenido, y se pronóstica que perderemos aún varios miles de hectáreas en el próximo decenio.

Para impedir el progreso de la salinización secundaria y rehabilitar los suelos ya afectados, se está preparando el Programa Nacional para la lucha contra la salinidad, por petición de las más altas autoridades del gobierno. Una vez puesta en marcha el programa, logramos luchar adecuadamente con este mal, que tanto daño causa en la agricultura de Cuba y del mundo.

REFERENCIAS

- BORHIDI, A., HERRERA, R. A. (1977): Génesis, características y clasificación de los ecosistemas de sabanas en Cuba. Cien. Biol., 1:113-130.
- CAMACHO, E., y PAULIN, J. R. (1982): Estado actual de la salinidad en la región de la Provincia de La Habana, entre Guanajay y San Nicolás de Bari. Cien. Agr. 12:75-88.
- GUTIERREZ, J., y TRAVIESO, H. (1978): Características físicas y químicas de las aguas de precipitación cubanas. Voluntad Hidráulica, 15 (47/48):18-22.
- HERNÁNDEZ, A., TORRES FONT, J. M., RUIZ, J., OBREGON, A., SALAZAR, A., y AGÜERO, C. (en prensa): Los suelos Pardos con Carbonatos Secundarios de Guantánamo. I. Sus características genéticas. Resp. Invest. Inst. Suelos.
- HERRERA, L. M., ORTEGA SASTRIQUES, F., SANCHEZ ARCE, I., y ORDUÑEZ MATOS, D. (1984): Pronóstico de la salinización secundaria y el lavado natural de las sales en los suelos del sureste del Valle de Guantánamo. Cien. Agr., 19:83-93.
- KLIMES-SZMIK, A., y NAGY, E. (1975): Suelos de Cuba. Orbe, La Habana, vol. 1, 352 pgs.
- LEIVA, O., PI, R., y PLANAS, G. (en prensa): Influencia del yeso y la caliza sobre suelos ricos en sodio y magnesio cambiables. Cien. Agr.
- MARTIN ALONSO, N. J. (1979): Estudio de la salinidad de los suelos en las granjas arroceras ubicadas en la llanura sur de Pinar del Río, ISCA-H, La Habana, 175 pgs.

- NUÑEZ JIMÉNEZ, A., PANOS, V., y STELCL, O. (1968):Carsos de Cuba
Acad. Cien. Cuba., ser espeleol. carsol., 2:3-47.
- OBINEGÓN, A., TORRES FONT, J. M., ORTEGA SASTRIQUES, F. y PÉREZ,
R. (en prensa):Los suelos Pardos Grisáceos con Carbonatos
Secundarios:Nuevo tipo de suelo cubano. Cien. Agr., 23
- ORTEGA SASTRIQUES, F. (1980):Contribución a la Clasificación de
los suelos de las ciénagas cubanas. Cien. Agr. 6:63-86.
- (1983):Una hipótesis sobre el clima de Cuba durante la gla
ciación de Wisconsin. Cien. Tierras Espacio. 7:57-68.
- ORTEGA SASTRIQUES, F., MARTÍNEZ, M., y HERRERA, L. M. (1982):Cau
sas de la variación del manto freático y su relación con la
salinidad de los suelos del Valle de Guantánamo. Cien. Agr.,
12:63-73.
- PENMAN, H. L. (1953):The physical bases of irrigation control.
En Report 13th International Horticultural Congress, Ro-
yal Horticultural Society, Londres, vol. 2, pp. 913-924.
- SHISHOV, L. L., SHISHOVA, V., CORDERO, J. J., y CASTELLANOS, M.
(1973):Informe preliminar sobre la lixiviación de elementos
nutritivos en algunos suelos dedicados al cultivo de la ca-
ña de azúcar. Acad., Cien. Cuba, ser caña azúcar., 60:3-10.
- SZABOLCS, I. (en prensa):La salinización secundaria de los sue -
los, agua y medio ambiente. Cien. Agr.
- VEREDCHENKO, Y. P. (1967):Propiedades hidrofísicas de los suelos
grises de Cuba (en ruso). Pochvovedenie, 2:116-122.

FIGURAS

FIGURES

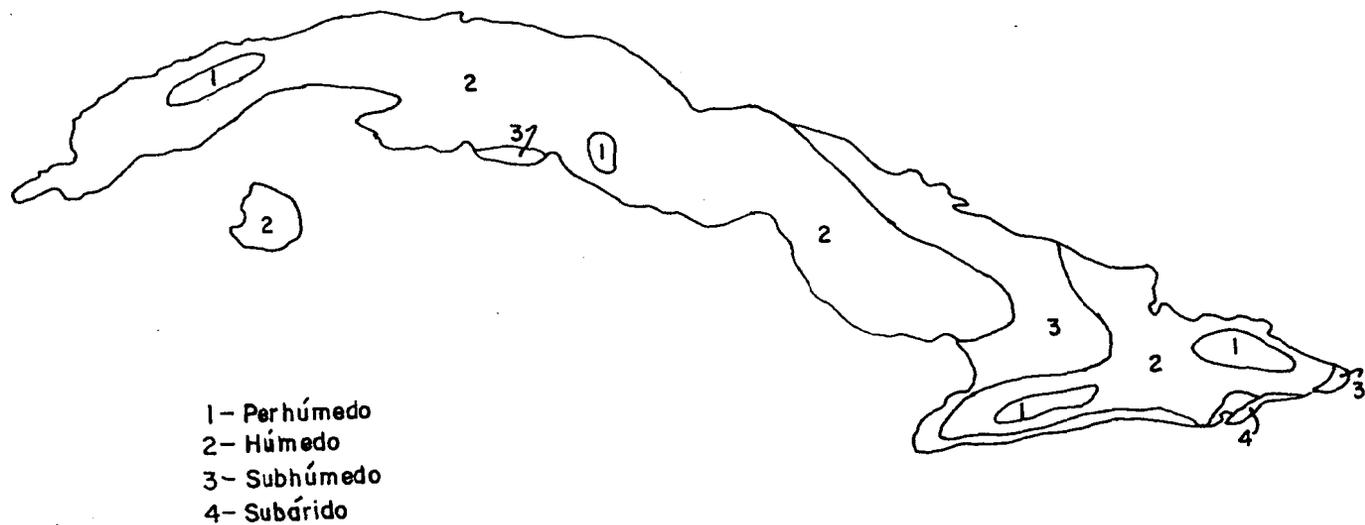


Fig. 1 : Climas de Cuba según su humedad (de acuerdo a Penman)

Fig. 1 : Climats de Cuba selon leur humidité (conformément à Penman)



Fig. 2 : Sedimentos evaporíticos antiguos

Fig. 2 : Sédiments évaporitiques anciens

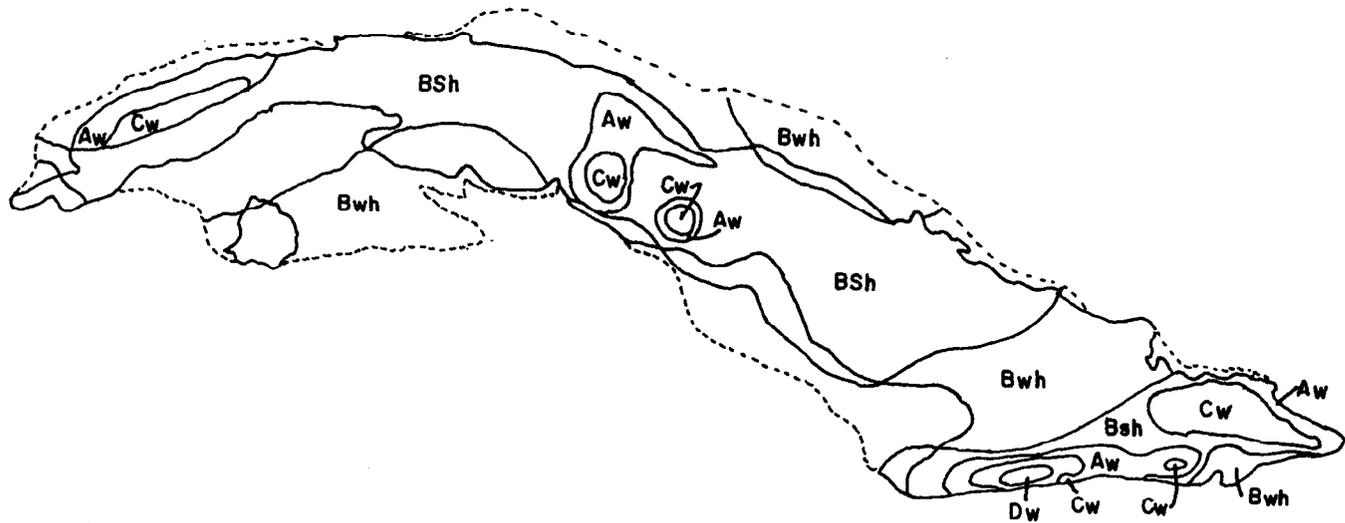


Fig. 3 : Climats de Cuba durant la glaciation du Wisconsin

Fig. 3 : Climats de Cuba durant la glaciation du Wisconsin

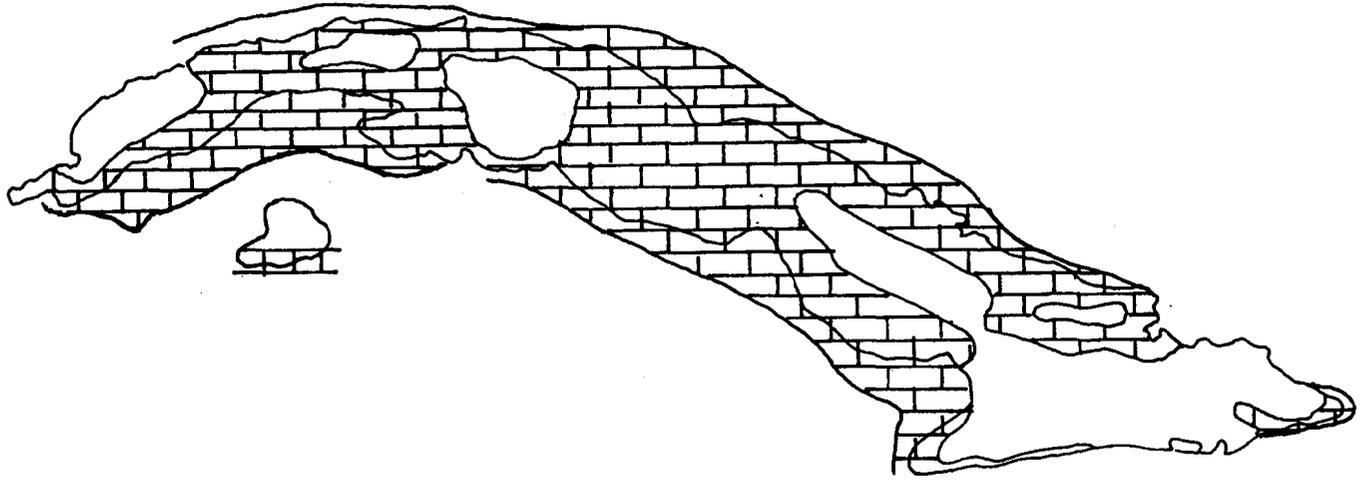


Fig. 4 : Calizas cavernosas del Mioceno y Plioceno

Fig. 4 : Calcaires caverneux du Miocène et Pliocène