

# Aspectos de geomorfología periglacial, glaciaria y fluvioglaciaria en las montañas tropicales húmedas norandinas.

JACK KHOBZI<sup>1</sup>

## RESUMEN

En los pisos periglacial y glaciado de las montañas tropicales húmedas, las características climáticas reducen, teóricamente, la influencia de la gelificación y de las aguas de derretimiento, limitando la intensidad de los principales procesos morfogenéticos de esos ambientes: derrubios de gelificación, soliflucción, erosión glaciaria y acumulaciones marginales fluvioglaciarias.

Observaciones en la región norandina parecen confirmar dicha limitación hasta cierto punto, por lo menos en las condiciones dinámicas actuales. No obstante, existen indicios de que la gelificación y aún la macrogelifracción hubieran podido ser más activas, en ciertos contextos litológicos, durante los períodos glaciales cuaternarios. La importante erosión glaciaria queda por explicar. En cuanto a los depósitos aluviales marginales, su origen fluvioglaciario sería dudoso, aún cuando fuesen contemporáneos con fases glaciales.

## ABSTRACT

In the periglacial and glacial stages of the humid tropical mountains, the climatic characteristics should reduce the influence of gelification and melt water and limit the mean geomorphological processes which occur in this context: accumulation of debris produced by freezing and thawing, solifluction, glacier erosion, and marginal fluviglacial accumulation.

Observations in the northern Andes seem to confirm it, at least in the actual conditions. There are thus indications that gelification, including macrogelifracción, may have been more active, in some lithological contexts, during the quaternary glacial periods. The importance of glacier erosion has not been completely determined yet. A fluviglacial origin for the alluvial marginal deposits seems to be improbable, but they may be contemporaneous with glacial periods.

1. Centro Interamericano de Fotointerpretación - Apartado Aéreo 53 754 - Bogotá.

## INTRODUCCION

No tanto por su extensión actual como por la que tuvo durante algunos glaciales cuaternarios (VAN DER HAMMEN, 1980), el piso frío de las altas montañas tropicales presenta un importante campo de investigación geomorfológica. Su modelado periglacial, glaciario y fluvio-glaciario<sup>1</sup> constituye una variedad extrazonal de geoformas definidas sobre todo en latitudes más altas (TRICART y CAILLEUX, 1966). En la zona intertropical misma, los principales estudios se refieren a regiones secas. La originalidad climática y algunos detalles geomorfológicos característicos de esta zona han sido presentados (V. p.e. TRICART y CAILLEUX, 1962, 1967; KHOBZI y USSELMANN, 1973; DOLLFUS, 1973; SCHUBERT, 1977; BRUNNSCHWELLER, en prensa; THOURET y PEREZ, en prensa) pero, en general se siguen aplicando los conceptos definidos en las regiones de glaciación de tipo "alpino" (OCHSENIUS, 1980). Observaciones realizadas en algunos páramos de las Cordilleras Oriental y Central de Colombia sugieren la necesidad de enfocar de manera más específica los estudios en el trópico húmedo y de completar las investigaciones que, en el aspecto geomorfológico, se encuentran todavía muy atrasadas en comparación con los conocimientos logrados en la evolución bio-climática de esas mismas regiones (VAN DER HAMMEN 1974, 1979, 1980; VAN DER HAMMEN et al, 1980; DUEÑAS, 1980).

## CARACTERISTICAS CLIMATICAS ORIGINALES

No cabe presentar aquí una descripción precisa del clima de los páramos norandinos, para la cual, además, se requeriría de datos suficientes<sup>2</sup>. Sólo pueden recalcar las particularidades evidentes que los diferencian de las zonas

1. Se recomienda el siguiente uso de la terminología relativa a los fenómenos glaciarios:

- Glaciar (sust.): masa de hielo en movimiento.
- Glacial (sust): período caracterizado por temperaturas negativas dominantes pero no necesariamente por la existencia de glaciares. (adj.): referente a un ambiente climático o a un período con estas características.
- Glaciario o glaciario (adj.): relativo a los glaciares.
- Fluvio-glaciario (adj.): relativo a la combinación de acciones en las cuales participan tanto los ríos como los glaciares. Fluvio-glaciario es preferible, por lo tanto, a fluvio-glacial.

2. La única estación meteorológica situada en condiciones ideales, en el refugio del Nevado del Ruiz fué retirada del servicio después de suministrar datos poco confiables. Afortunadamente, su sustitución próxima parece estar asegurada (Dr. J.C. Thouret, comunicación personal).

periglacial y glaciaria, situadas en latitudes más altas. Los páramos tropicales se caracterizan por la ausencia de estaciones climáticas de origen térmico, lo que determina una relativa estabilidad de las coberturas glacionivales en su distribución geográfica local, independientemente de variaciones de carácter general (WOOD, 1972). Por otra parte, el ritmo diario de los cambios de temperatura multiplica al extremo el número de ciclos de congelamiento y derretimiento, mecanismo fundamental del ambiente periglacial.

Por la importancia de los factores térmicos en la geodinámica relacionada con el hielo (TRICART y CAILLEUX, 1962, 1967; FLINT, 1971), tales características climáticas habrían de expresarse mediante una modificación de la geodinámica asociada con ellas.

## GELIFRACCION Y SOLIFLUXION PERIGLACIAL

Numerosos procesos geomorfológicos se relacionan con el cambio de estado físico del agua en función de la temperatura. Entre otros, la fragmentación del material rocoso y la remoción de los productos en forma de flujos desempeñan un papel importante en la zona periglacial. En cambio, no parece ser el caso en el piso periglacial de las montañas tropicales húmedas, donde otros procesos son más activos en la remoción de material, como los fenómenos de piprakes (agujas de hielo) y sus consecuencias. (Foto 1).

La gelifracción ocurre cuando el agua que satura los poros de las rocas se congela, a temperaturas a veces menores de 0°C. En el piso periglacial tropical, el congelamiento, nocturno no penetra a más de algunos centímetros y no dura más de algunas horas. El enfriamiento mismo, por apreciable que parezca ser, se ve algo reducido por la liberación de calorías que acompaña la formación de hielo. Por otra parte, la repetición del proceso ocasiona cierta desaturación del material y, si se considera que la velocidad de penetración del agua en las rocas es relativamente muy lenta, es muy probable que el congelamiento cíclico no pueda producir fácilmente una ruptura mecánica. De todas maneras, se admite comúnmente que sólo alcanzarían a desarrollarse procesos de microgelifracción (TRICART y CAILLEUX, 1967), teóricamente muy activos, en relación con la frecuencia de las condiciones favorables. Han de ser decisivas al respecto la porosidad y la resistencia de los materiales.

Así es como, al pie del Nevado del Cocuy-Guicán<sup>3</sup>, en un ambiente apropiado durante quizás más de 10.000 años sin

3. Para la localización de los sitios citados, favor referirse a la carátula de la revista y a la bibliografía.

largas interrupciones, altas cornisas de areniscas han producido, salvo excepciones, derrubios muy voluminosos (GONZALES et al 1965, KHOBZI y PICHOTT, 1970; BRUNNSCHWEILLER, en prensa). Los que sí se observan están, curiosamente, formados por fragmentos de gran tamaño, quizás resultantes de fenómenos varios, como la descompresión post-glaciaria o sacudidas sísmicas, más que la macrogelifracción (Foto 2). No parecen ser muy activos, ya que la roca se encuentra cubierta por líquenes, a menudo desde el mismo borde del glaciar, con sólo escasas superficies claras, recién expuestas a la intemperie. Tampoco se observan indicios de activa gelifracción en situaciones topográficas más favorables a la saturación hídrica de la roca. Esta ha sido frecuentemente pulida por los glaciares en ese sector, lo que puede ser una causa de su resistencia. Efectivamente, en otro sector, cerca del Nevado del Ruiz, se observa que la microgelifracción sólo ataca las caras no pulidas de las rocas volcánicas expuestas; esta fragmentación tampoco es muy importante. Los voluminosos "arenales" que ocupan la base de paredes rocosas altas (THOURET y PEREZ, en prensa) constan principalmente de piedra pómez, sin relación directa con la ladera alledaña; los fragmentos de andesita observables en esta masa son por lo general también de gran tamaño, ofreciéndose para su presencia las explicaciones antes señaladas (Foto 3).

En cambio las rocas graníticas de la Sierra Nevada de Mérida suministran grandes cantidades de fragmentos finos. Es difícil distinguir, a simple vista, entre la desagregación físico-química periglacial y la gelifracción pura en el desarrollo de este proceso. La primera, seguramente,



FOTO 1.— "Suelos estríados" en la región del Nevado del Ruiz.

aumentó la microporosidad y disminuyó la resistencia mecánica del material. Las segregaciones del hielo, en ese contexto, pueden fácilmente desprender partículas que ya se encuentran prácticamente aisladas, por lo cual no se trataría realmente de una gelifracción en la masa. Observaciones en esta región han servido como base principal para describir la intensidad del fenómeno y su generalización a todo el piso periglacial intertropical húmedo (TRICART y CAILLEUX, 1962, 1967).

Si bien la gelifracción no parece tener una importancia tan grande en otras rocas y en las condiciones climáticas actuales, debe analizarse la posibilidad de su incremento durante las glaciaciones cuaternarias. Al respecto, no se señala una verdadera modificación sino un desplazamiento en altitud de las características básicas (VAN DER HAMMEN, 1974, 1979; DUEÑAS, 1980). A lo sumo podría considerarse que el crecimiento de los glaciares fuera lo suficientemente lento como para que el área circundante estuviera sometida durante esa fase a temperaturas más bajas durante períodos continuos más largos, permitiendo una acentuación del fenómeno e inclusive la macrogelifracción. Los numerosos indicios señalados por BRUNNSCHWEILLER (en prensa) se inscribirían dentro de ese contexto, de ocurrencia relativamente fugaz pero no por tanto menos eficaz, especialmente en las escasas aristas que no fueron recubiertas por el hielo de los casquetes glaciares.

La Solifluxión periglacial (o solifluxión, en sentido restringido) se reduce a manifestaciones superficiales (TRICART y CAILLEUX, 1962, 1967; SCHUBERT, 1977;



FOTO 2.— Valle glaciario en la región del Cocuy-Guicán. Al pie de la cornisa de arenisca, derrubios. En el primer plano, morrenas terminales.

THOUREZ y PEREZ, en prensa). Generada por el derretimiento del hielo formado en materiales limosos y arcillosos, no puede afectar estos a mayores profundidades, ya que la variación térmica se limita a una delgada capa externa (Foto 4). La gran frecuencia del fenómeno permite la remoción de cantidades apreciables de material, siempre que éste se encuentre disponible, lo que sólo ocurre en rocas arcillosas o formaciones sueltas. Tal posibilidad desaparecería rápido en el caso de rocas coherentes o muy permeables, ya que la gelifracción, aparentemente, no asegura la renovación de productos con granulometría apropiada.

Las grandes remociones en masa que, en ciertos contextos litológicos, han dejado sus huellas en lo que es o fué el piso periglacial, se relacionarían mejor con otras causas de saturación hídrica, cuya contemporaneidad con glaciares no se descarta pero queda por demostrar.

### MODELADO GLACIARIO

Los glaciares tropicales han sido ubicados en la categoría "sin lengua" (TRICART y CAILLEUS, 1962). Es evidentemente el caso de los que, quizás por poco tiempo, pueden observarse todavía (WOOD, 1972). La importancia de la ablación térmica, que se ejerce durante todo el año, origina una "nivelación" del contorno de los glaciares. Sin embargo, durante las fases glaciales, una mejor alimentación bien podría haber permitido un avance más contrastado de las principales lenguas glaciares abajo del límite de los casquetes. Además, variaciones locales regionales hubieran podi-



FOTO 3.— "Arenales" cerca del Nevado del Ruiz: Piedra pómez y fragmentos gruesos de andesita.

do intervenir para establecer una mayor diferenciación en la altitud a la cual se presentan las morrenas terminales de los distintos aparatos y de sus partes mismas, dificultando las correlaciones.

La influencia de la exposición, menor que en montañas de otras latitudes, es sin embargo a veces sensible. Se relaciona con la nubosidad, que reduce la ablación en las caras expuestas al Occidente (TRICART y CAILLEUX, 1965) o con la dirección de los vientos que favorecen la acumulación en los relieves a barlovento y, por efectos de foehn, la ablación a sotavento (cf. WOOD, 1962; SCHUBER, 1977; DUENAS, 1980). Los dos fenómenos pueden teóricamente combinarse (DOLLFUS, 1973). La aplicación del principio de similitud se enfrentaría al hecho de que las condiciones climáticas han variado de una glaciación a otra. Por otra parte la extensión misma del casquete glaciario puede originar diferencias locales: en el páramo de Guasca, cuencas de tamaño equivalente muestran un descenso del hielo hasta 3.200 m en un sector de cumbre baja y estrecha y sólo hasta 3.400 m a sotavento de un sector aún más alto pero mucho más ancho, donde el aire se hubiera descargado de su humedad antes de pasar, más seco y caliente, sobre la segunda cuenca (ROBERTSON, en preparación).

Otros factores pueden influir sobre la alimentación y la dinámica del hielo. La inclinación del cauce de las lenguas acelera el descenso y permite un mayor avance siempre que la alimentación sea suficiente, como se observa en el Nevado del Ruiz, aunque, en el estado actual del glaciar, la diferencia tampoco es exagerada. También el volumen total del hielo y su distribución en función de la altitud de las cumbres y del límite de las nieves permanentes habrían de reflejarse en la morfología de los casquetes glacia-



FOTO 4.— Pequeña coleda de solifluxión cerca del Nevado del Ruiz, formada por derretimiento de agujas de hielo (pipkrake).

rios. Comparando la Sierra Nevada del Cocuy (VAN DER HAMMEN et al, 1980; BRUNNSCHWEILLER, en prensa) con el páramo de Guasca (V. ROBERTSON, en preparación), se nota que las morrenas externas nítidas de las lenguas principales llegan en ambos casos hasta 3.000-3.200 m, pese a que la primera región culmina a más de 5.500 m y la segunda a sólo 3.600 m, y aún menos en su sector norte. Sí, como parece, las morrenas aludidas son contemporáneas, debe aceptarse el que las condiciones de alimentación fueron similares o sea que el piso más alto hubiera contribuido poco para ellas, en razón de la existencia de un "óptimo-pluvio (nivo)-métrico". (cf. TRICART y CAILLEUX, 1962; LECARPENTIER, et al, 1975) y/o de la evaporación y sublimación más acentuadas en atmósfera despejada a grandes altitudes. También hubiera sido muy eficiente la ablación en el sector marginal, impidiendo el alargamiento de las lenguas mayores. La forma compacta de los antiguos glaciares se expresa muy bien en los mapas elaborados por BRUNNSCHWEILLER (en prensa) y se diferencia entonces considerablemente del estilo "alpino" corriente. Quizás, sin embargo, esta característica no sea suficiente para autorizar correlaciones basadas en el solo criterio altimétrico, especialmente a nivel local, donde diferentes combinaciones de los factores principales antes señalados pueden introducir variaciones de altitud hasta de algunos centenares de metros.

En cambio, el aspecto "compacto" de los glaciares tropicales, que a menudo no dejan sobresalir vertientes rocosas expuestas a la intemperie, explicaría la escasez de ciertos tipos de depósitos, como principalmente las morrenas laterales y terrazas de kame. Tales acumulaciones, en los glaciares alpinos, se alimentan con aportes desde el ambiente periglacial que bordea las lenguas largas.

En su conjunto, por lo demás, la morfología glaciaria tropical no difiere sustancialmente del tipo "Alpino". La misma importancia de las formas erosionales, artesas, circos, excavaciones profundas, etc. plantea inclusive el problema de su origen. Se admite que la gelifración prepara el trabajo del glaciar antes y durante el avance de éste. Hay indicios de que esto haya podido suceder también en los páramos norandinos. En cambio, el papel de las aguas infraglaciaras que, al congelarse, incorporan a la masa en movimiento el material del substrato, habría de ser mucho más reducido que en otras latitudes (V. más abajo). El que esta diferencia teórica no parezca expresarse siempre en una erosión menor indicaría, bien sea que se ha exagerado la influencia de tales procesos en otras regiones o bien que la erosión glaciaria tropical no difiere tanto del modelo general.

Actualmente el hielo de las lenguas glaciarias es limpio (Foto 5). A lo sumo se encuentran materiales que no requieren intervención de la gelifración para ser arrancados, como fragmentos de lutitas negras en las capas inferiores del hielo del Nevado del Cocuy. La dinámica recesional puede explicar la poca competencia de estos glaciares pero la ausencia o escasez aparentemente general de morrena de fondo parece indicar una poca actividad erosiva después de la fase de progresión inicial. Como resulta difícil considerar que ésta sea la única responsable de la importante erosión observada, la explicación del trabajo de los glaciares tropicales plantea todavía muchos interrogantes que requieren investigaciones en el contexto original de su evolución.

### MORRENAS TERMINALES Y DEPOSITOS FLUVIOGLACIARIOS

En la evolución de las márgenes se combinan los papeles de las aguas de derretimiento del hielo y suministro de materiales por los glaciares, además de los procesos específicos del ambiente periglacial. El primer factor es particularmente importante, ya que determina el grado y forma de redistribución de los aportes detríticos.

En las regiones tropicales, el derretimiento diario permite un esparcimiento sobre todo el año del escurrimiento hídrico resultante y no, como en otras latitudes, su concentración en el período cálido estacional. No existen tampoco invasiones de masas de aire caliente que pudieran sumar su influencia a la de la sola insolación diurna. Las observaciones muestran que los caudales originados en los glaciares norandinos son casi insignificantes (Foto 5).

La excelente observación de las morrenas terminales recalca la poca actividad de aquellas aguas proglaciarias. Las artesas ocupadas por lenguas glaciarias sucesivas no muestran acumulaciones aluviales importantes, aún en sectores de inclinación suave. Algo excepcionales son regiones como las de Mérida y del Nevado del Ruiz, donde existen materiales finos y livianos, transportables con caudales débiles. Aún cuando se forman en ese contexto (THOURET y PEREZ, en prensa) los abanicos proglaciarios son de volumen muy reducido. Al respecto, conviene señalar que en el páramo de Arcabuco y en el Valle del Guasca se observan extensos conos de deyección cuyo ápice se une a morrenas frontales. En el segundo ejemplo, ROBERTSON (en preparación) demuestra que se trata de una coincidencia geográfica y que las morrenas son (mucho?) más recientes que los abanicos. Esto, sin embargo, no es una prueba decisiva de que no tengan un origen fluvioglaciario, aunque se reducen las probabilidades.

Las acumulaciones aluviales dejadas en la Sabana de Bogotá y áreas aledañas presentan algunas características comunes en depósitos fluvio-glaciarios, como buena selección granulométrica y redondez de los elementos (Foto 6). No obstante, otras explicaciones pueden ser válidas perfectamente al respecto. Las condiciones para su desarrollo podrían o no haber ocurrido durante épocas glaciales (VAN DER HAMMEN et al, 1980) pero no necesariamente en relación directa con los glaciares y su derretimiento. Sería por lo tanto arriesgado calificar como fluvio-glaciarios la mayoría de los sedimentos originados en valles que poseen alguna conexión con regiones de páramos y derivar de tal interpretación alguna relación cronoestratigráfica, sin más argumentos.

Depósitos aluviales que se asemejan más a flujos de lodo o torrenciales, como los abanicos de Guasca o la terraza de Fusagasugá, han sido comparados con las acumulaciones catastróficas que azotan las cuencas peruanas situadas abajo de áreas glaciarias actuales (DOLLFUS, 1973). No se trata de fenómenos fluvio-glaciarios, en el sentido estricto, pero su relación con la actividad glaciaria sería un importante elemento para la reconstrucción de la evolución geomorfológica. Desafortunadamente depósitos similares también se presentan en cuencas sin conexión con páramos, como el sector de la Mesa en el valle medio del río Bogotá para citar sólo un ejemplo. Correspondería a condiciones propicias para el aporte masivo de materiales en los pisos intermedios de los valles andinos, contemporáneas o no con los glaciales cuaternarios; no todas éstas han tenido características climáticas similares (VAN DER HAMMEN, 1980) y por tanto no han podido propiciar la misma actividad morfogenética. Por otra parte, deben considerarse como una



FOTO 5.— Parte terminal de una lengua del Nevado del Ruiz (en 1969) y torrente asociado.

categoría especial los depósitos de regiones donde erupciones volcánicas coincidieron con fases de glaciación.

## CONCLUSION

Por la originalidad de sus características climáticas, los pisos fríos de las montañas intertropicales muestran diferencias sensibles con las geoformas de las zonas glacial y periglacial en otras latitudes. Observaciones seleccionadas indicarían, a primera vista que:

- La importancia de los procesos fundamentales de la dinámica periglacial, gelifracción y solifluxión, no parece ser tan grande como podría hacerlo creer la frecuencia del mecanismo que los origina o sea la alternancia de congelamiento y derretimiento, por lo menos en el contexto actual.

- La fisonomía de los glaciares tropicales reduce en general la posibilidad de intervención de fenómenos particularmente eficaces en la evolución del relieve correspondiente en otras latitudes. La intensidad de la erosión glaciaria plantea, sin embargo, el problema de sus mecanismos, para los cuales la sola discusión teórica no ofrece solución satisfactoria.

- Un origen fluvio-glaciario (aún en sentido muy amplio) de los depósitos aluviales observables en las cuencas montañosas norandinas no se encuentra apoyado con suficiente claridad por la teoría ni por observaciones en el terreno, independientemente de la eventual contemporaneidad de es-



FOTO 6.— Cantos rodados de arenisca en depósitos aluviales abajo de la Sierra Nevada del Cocuy.

tas acumulaciones con épocas glaciales.

Las anteriores conclusiones, en muchos aspectos contrarían a lo frecuentemente admitido, sólo pretenden insistir nuevamente en el interés de multiplicar y profundizar los estudios de casos concretos con el fin de precisar las comparaciones con el modelo "alpino". Las diferencias principales corresponden con la ausencia de ciertos fenómenos, la cual puede explicarse no sólo por criterios teóricos, sino también por el carácter de la investigación misma, basada en observaciones rápidas del terreno. La no confirmación de dichas diferencias, en cambio, indicaría que tan importantes variaciones en el ambiente climático no tendrían efecto sobre los procesos relacionados con este factor fundamental. En ambos casos el estudio del modelado glaciario, periglacial y fluvio-glacial tropical podría contribuir a una mejor comprensión de los fenómenos en las diferentes zonas y pisos climáticos. Por otra parte, la importancia de los factores litológicos requiere que el análisis se refiera a contextos diferentes desde este punto de vista, para determinar cuales son las excepciones y cuales las reglas. Desafortunadamente, más aún que en otras latitudes, la observación de los fenómenos en plena actividad se encuentra dificultada por la rápida recesión de los glaciares, la cual además podría resultar en la desaparición anticipada de toda posibilidad de estudiarlos.

## REFERENCIAS CITADAS

- BRUNNSCHWEILER, D.— Glacial and periglacial form system of the Colombia Quaternary, Mem. I Sem. Cuatern. Colombia (Bogotá, agosto 1980), Rev. CIAF (en prensa).
- DOLLFUS, O.— La Cordillère des Andes. Présentation des problèmes géomorphologiques. Rev. Geogr. Phys. Geol. Dyn. (Paris), 1973, XV (1-2): 157-176 (Trad. español: Bull. Inst. Fr. Et. And. (Lima), 1974, III (4): 1-36).
- DUEÑAS, H.— Palinología de los sedimentos pliocénicos y cuaternarios de la Sabana de Bogotá - Geología Norandina (Bogotá), 1980 (2): 31-38.
- FLINT, R.F.— Glacial and Quaternary Geology. New York, John Wiley, 1971, 892 p.
- GONZALEZ, E., HAMMEN, T. VAN DER Y FLINT, R.F.— Late Quaternary glacial and vegetational in valle de Lagunillas, Sierra Nevada del Cocuy, Colombia. Leidse Geol. Medt., 1965 (32): 157-182.
- KHOBZI, J.— Morphologie glaciare dans les Andes colombiennes. Photo-Interprétation (Paris), 1970 (1:1): 1-7.
- KHOBZI, J. y PICHOTT, J.— Modèle glaciare équatorial en structures plissées (con trad. ingl. y español). Photo-Interprétation (Paris) 1970 (2:1): 1-7.
- KHOBZI, J. y USSELMANN, P.— Problèmes de géomorphologie en Colombie. Rev. Geogr. Phys. Geol. Dyn. (Paris) 1973, XV, (1-2): 193-206. (trad. español: Bull. Inst. Fr. Et. And. (Lima) 1974, III (4): 59-86 y: Colombia Geográfica (Bogotá), 1977, VI (1): 31-55).
- LECARPENTIER, C., UMARA, G. y VEGA, G.— Estudio hidroclimático de la Región Caribe. Bogotá, IGAC, 1975, 77 p. 2 mapas.
- OCHSENIUS, C.— Cuaternario en Venezuela. Coro, U. Fr. de Mir., 1980, 67 p.
- ROBERTSON, K.G.— Estudio geomorfológico del Valle de Guasca, Cundinamarca (Colombia). Bogotá, CIAF, (en preparación).
- SCHUBERT, C.— Morfología glacial y periglacial de los Andes de Venezuela informe de progreso. mem. V. Cong. Geol. Venez. (Caracas Nov. 1977): 149-163.
- THOURET, J.C. y PEREZ, A.— Geodinámica actual y reciente de las vertientes de la Cordillera Central. Mem. I Sem. Cuaternario de Colombia, Bogotá agosto 1980. Revista CIAF, Bogotá (en prensa).
- THOURET, J.C. y VAN DER HAMMEN, T.— Una secuencia holocénica y tardiglacial en la Cordillera Central de Colombia. Mem. I Sem. Cuaternario de Col., Bogotá, agosto 1980 Revista CIAF (en prensa).
- TRICART, J. y CAILLEUX, A.— Traité de géomorphologie. Paris, SEDES. 1962, t III le modèle glaciare et nival, 508 p. 1965, t I introduction a la géomorphologie climatique, 306 p. 1967, t II le modèle des régions périglaciales, 512 p.
- VAN DER HAMMEN, T.— The pleistocene changes of vegetation and climate in tropical South America. J. Biogeogr. 1974 (1): 3-26.
- VAN DER HAMMEN, T.— Changes in life conditions on Earth during the past one million years. Biol. Skr., Dan. Vid. Selsk. (Copenhague). 1979 (22:6), 32 p.
- VAN DER HAMMEN, T.— Glaciares y glaciaciones en el Cuaternario de Colombia: Paleocología y Estratigrafía. I. Sem. Cuaternario de Col., Bogotá, agosto 1980 (Resumen).
- VAN DER HAMMEN, T., THOURET, J.C. y DUEÑAS, H.— Guía de excursión (Sabana de Bogotá) I Sem. Cuaternario de Colombia (Bogotá, agosto 1980), 8 p., 41 fig.
- WOOD, W.A.— Recent glacier fluctuations in the Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. Geogr. Rev. (New York) 1972, 60 (3): 374-392.